

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH EKSTRAK TERIPANG (*Holothuroidea*) TERHADAP GAMBARAN MIKROSKOPIS SEL DARAH DARI MENCIT (*Mus musculus*) YANG TERKONTAMINASI PESTISIDA DIAZINON

Oleh:
SILVIA MEILINA
135090301111016

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Unggul P. Juswono, M.Sc.
NIP. 196501111990021002

Gancang Saroja, S.Si., M.T.
NIP. 197711182005011001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Brawijaya

Prof.Dr.rer.nat Muhammad Nurhuda
NIP. 196409101990021001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : SILVIA MEILINA

NIM : 135090301111016

Jurusan : Fisika

Penulis Skripsi Berjudul:

**PENGARUH EKSTRAK TERIPANG (*Holothuroidea*)
TERHADAP GAMBARAN MIKROSKOPIS SEL DARAH
DARI MENCIT (*Mus musculus*) YANG TERKONTAMINASI
PESTISIDA DIAZINON**

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termasuk di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

**Malang,
Yang menyatakan,**

**Silvia Meilina
NIM. 135090301111016**

Pengaruh Ekstrak Teripang (*Holothuroidea*) terhadap Gambaran Mikroskopis Sel Darah dari Mencit (*Mus musculus*) yang Terkontaminasi Pestisida Diazinon

ABSTRAK

Penggunaan pestisida di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Diazinon merupakan salah satu jenis pestisida yang digunakan untuk memberantas hama pada tanaman padi, kedelai, dan kelapa. Ketika manusia atau hewan terkontaminasi diazinon akan mengalami efek sistemik di dalam tubuh, terutama pada sel darah yang akan mengakibatkan kerusakan sel pada darah. Efek sistemik dapat di kurangi dengan menggunakan antioksidan, yaitu ekstrak teripang. Ekstrak teripang memiliki saponin yang berfungsi sebagai antikanker. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh ekstrak teripang terhadap kerusakan sel darah mencit yang terkontaminasi pestisida diazinon. Metode yang digunakan dengan memberikan pestisida diazinon dan ekstrak teripang dengan 5 variasi dosis yang berbeda pada mencit. Kerusakan sel dapat diidentifikasi dengan menghitung jumlah sel rusak dan jumlah seluruh sel dalam satu lapang pandang. Hasil dari penelitian ini di dapatkan dosis efektif sebesar 125 mg/L aquades dengan kerusakan sel sebanyak 2277 sel darah dengan persentase kerusakan sebesar 74,33%. Pemberian dosis efektif dan ekstrak teripang sebesar 0.09 ml memberikan penurunan kerusakan sel darah sebesar 47,93% dengan kerusakan sel sebanyak 584 sel darah dengan persentase kerusakan sebesar 26,40%.

Kata kunci: pestisida diazinon, ekstrak teripang, kerusakan sel darah mencit

The Effects of Sea Cucumber Extracts (*Holothuroidea*) on
Microscopical Blood Cells of Mice (*Mus musculus*) Contaminated by
Diazinon Pesticides

ABSTRACT

The use of diazinon has increased every year. Diazinon is one of the pesticides used to eradicate pests on plants of rice, soy, and coconut. When humans or animals are contaminated diazinon, they will experience systemic effects in the body especially in blood cells which can be damage. The systemic effects from diazinon can be reduced by antioxidant that is sea cucumber. Sea cucumber has a Saponin. The function of saponin is as anti-cancer. The aim of this research is to analyze the effect of sea cucumber extract on blood cells of mice contaminated with diazinon pesticides. The research method is conducted by giving the plants diazinon pesticides and sea cucumber extracts with 5 different dose variations in mice. The damage was calculated by counting the number of damaged cells and the total number of cells in a single field of view. In the calculation diazinon with maximum dose obtained 125 mg/L aquades with cell damage of 2277 blood cells with a percentage of damage is 74,33%. The administration of maximum dose and sea cucumber extract of 0,09 ml decreased damaged cell is 47,93% which obtained cell damage of 584 blood cells with a percentage of damage is 26,40%.

Keywords: diazinon pesticides, sea cucumber extracts, damage of mice blood cells

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullah Wabarokatuh

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruh Ekstrak Teripang (*Holothuroidea*) terhadap Gambaran Mikroskopis Sel Darah dari Mencit (*Mus musculus*) yang Terkontaminasi Pestisida Diazinon”** sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains dalam bidang fisika. Sholawat dan salam semoga tetap Allah limpahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW, Karena dengan kasih sayang beliau kita dapat berada di kehidupan yang lebih baik.

Laporan Tugas Akhir ini dapat penulis selesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya dengan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh Karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua tercinta, Ibu Sutami dan Ayah Gunomo yang selalu memberikan motivasi, semangat, dukungan, kasih sayang serta doa yang tak terhingga demi kebaikan dan masa depan penulis,
2. Prof.Dr.rer.nat Muhammad Nurhuda selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang,
3. Drs. Unggul P. Juswono, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran dan motivasi sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan,
4. Gancang Saroja, S.Si., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan perhatiannya dengan penuh kesabaran dalam penulisan Tugas Akhir ini,
5. Seluruh Dosen Penguji dan Bapak/Ibu Dosen di Jurusan Fisika Universitas Brawijaya atas ilmu yang telah diberikan selama penulis mengenyam pendidikan di bangku kuliah,
6. Seluruh Karyawan, Staf dan Laboran di Jurusan Fisika atas bantuannya dalam melancarkan administrasi perkuliahan dan memfasilitasi semua keperluan yang dibutuhkan penulis,
7. Teman Seperjuangan Auliya Nuralita Rizki, Tria Amilia, Ayu Syukriyah Zulfita, dan Amanda Aly Wafie atas kerja sama, motivasi, semangat, dan bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,

8. Tri Sugiono atas dukungan, semangat, bantuan tenaga dan pikiran dalam menyelesaikan tugas akhir ini,
9. Teman-teman Fisika 2013 atas kekeluargaan dan solidaritas yang telah dibangun selama ini,
10. Almamater tercinta Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya Malang,
11. Semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan laporan Tugas Akhir ini. Penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun para pembaca.

Malang, Desember 2017

SILVIA MEILINA
NIM. 135090301111016

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Rumusan masalah.....	2
1.3. Tujuan masalah.....	2
1.4. Batasan masalah	2
1.5. Manfaat penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Insektisida.....	5
2.2. Diazinon	9
2.3. Darah	10
2.4. Mencit (<i>Mus musculus</i>)	13
2.5. Teripang (<i>Holothuroidea</i>)	15
BAB III METODOLOGI	21
3.1. Waktu dan tempat.....	21
3.2. Alat dan bahan.....	21
3.3. Tahapan penelitian	21
3.4. Persiapan Sampel Hewan Coba.....	23
3.5. Persiapan alat.....	24
3.5.1. Tahap 1 (pemberian pestisida diazinon).....	24
3.5.2. Tahap 2 (pemberian pestisida diazinon + ekstrak teripang) .	25
.....	25
3.6. Pembuatan sampel.....	26
3.7. Pengukuran dosis pestisida diazinon	27
3.8. Pengukuran dosis ekstrak teripang	27
3.9. Analisis data	27
3.9.1. Cara membaca data dari preparat	27
3.9.2. Perhitungan kerusakan dan perbaikan sel.....	28
3.10. Kerangka kerja	28

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Hasil Penelitian.....	29
4.1.1 Hasil pengamatan preparat sel darah.....	29
4.1.2. Pengaruh dosis pestisida diazinon terhadap kerusakan organ	36
4.1.3. Pengaruh dosis ekstrak teripang terhadap kerusakan organ	44
4.2. Pembahasan.....	52
4.2.1. Struktur kimia diazinon.....	52
4.2.2. Interaksi diazinon dengan antioksidan ekstrak teripang	54
BAB V PENUTUP.....	57
5.1. Kesimpulan.....	57
5.2. Saran.....	57
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hidrolisis asetilkolin intrasinaptik.....	8
Gambar 2.2 Pengaruh inhbisi kolinesterase pada sistem saraf.....	8
Gambar 2.3 Struktur kimia diazinon	9
Gambar 2. 4 Darah	10
Gambar 2. 5 Struktur Darah	11
Gambar 2.6 Mencit putih (Mus musculus).....	13
Gambar 2. 7 Teripang.....	15
Gambar 2. 8 Bagian-bagian teripang.....	16
Gambar 2. 9 Gambar Teripang pasir.....	17
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	22
Gambar 3. 2 Rangkaian Alat Tahap 1. (a) Diazinon (b) Kandang mencit.....	25
Gambar 3. 3 Rangkaian Alat Tahap 3. (a) diazinon + ekstrak teripang (b) kandang mencit.....	25
Gambar 3. 4 Diazinon	26
Gambar 3. 5 Ekstrak teripang.....	26
Gambar 3. 6 Kerangka kerja.....	28
Gambar 4. 1 Gambaran mikroskopis sel darah kontrol.....	30
Gambar 4. 2 Gambaran mikroskopis sel darah pemberian diazinon (D) (a) dosis 50mg/L (b) dosis 75mg/L (c) dosis 100mg/L (d) dosis 125mg/L (e) dosis 150mg/L	32
Gambar 4. 3 Gambaran mikroskopis sel darah diazinon dan ekstrak teripang (DE). (a) dosis ekstrak teripang 0.02 ml (b) dosis ekstrak teripang 0.03 ml (c) dosis ekstrak teripang 0.05 ml (d) dosis ekstrak teripang 0.07 ml (e) dosis ekstrak teripang 0.09 ml.....	35
Gambar 4. 4 Grafik hubungan antara jumlah kerusakan sel dengan dosis pestisida.....	37
Gambar 4. 5 Hubungan jumlah kerusakan sel makrosit dengan dosis pestisida.....	38
Gambar 4. 6 Hubungan jumlah kerusakan sel mikrosit dengan dosis pestisida.....	38
Gambar 4. 7 Hubungan jumlah kerusakan sel irregularly dengan dosis pestisida.....	39
Gambar 4. 8 Hubungan jumlah kerusakan sel elliptocyte dengan dosis pestisida.....	39

Gambar 4. 9 Hubungan jumlah kerusakan sel ovalocyte dengan dosis pestisida.....	40
Gambar 4. 10 Hubungan jumlah kerusakan sel teardrop dengan dosis pestisida.....	40
Gambar 4. 11 Hubungan jumlah kerusakan target sel dengan dosis pestisida.....	41
Gambar 4. 12 Hubungan jumlah kerusakan stomatocyte dengan dosis pestisida.....	41
Gambar 4. 13 Hubungan jumlah kerusakan echinocyte dengan dosis pestisida.....	42
Gambar 4. 14 Hubungan jumlah kerusakan schistocyte dengan dosis pestisida.....	42
Gambar 4. 15 Hubungan jumlah kerusakan keratocyte dengan dosis pestisida.....	43
Gambar 4. 16 Hubungan jumlah kerusakan sickle sel dengan dosis pestisida.....	43
Gambar 4. 17 Grafik hubungan antara rata-rata jumlah kerusakan sel dengan dosis ekstrak teripang	45
Gambar 4. 18 Hubungan jumlah kerusakan sel makrosit dengan dosis ekstrak teripang	45
Gambar 4. 19 Hubungan jumlah kerusakan sel mikrosit dengan dosis ekstrak teripang	46
Gambar 4. 20 Hubungan jumlah kerusakan selirregularly dengan dosis ekstrak teripang.....	46
Gambar 4. 21 Hubungan jumlah kerusakan sel ovalocyte dengan dosis ekstrak teripang.....	47
Gambar 4. 22 Hubungan jumlah kerusakan sel teardrop dengan dosis ekstrak teripang	47
Gambar 4. 23 Hubungan jumlah kerusakan sel target sel dengan dosis ekstrak teripang.....	48
Gambar 4. 24 Hubungan jumlah kerusakan sel stomatocyte dengan dosis ekstrak teripang.....	48
Gambar 4. 25 Hubungan jumlah kerusakan sel keratocyte dengan dosis ekstrak teripang.....	49
Gambar 4. 26 Hubungan jumlah kerusakan sel echinocyte dengan dosis ekstrak teripang.....	49
Gambar 4. 27 Hubungan jumlah kerusakan sel schistocyte dengan dosis ekstrak teripang.....	50

Gambar 4. 28 Hubungan jumlah kerusakan sel schistocyte dengan dosis ekstrak teripang.....	50
Gambar 4. 29 Hubungan jumlah kerusakan sickle sel dengan dosis ekstrak teripang	51
Gambar 4. 30 Mekanisme degradasi diazinon	53
Gambar 4. 31 Hasil oksidasi diazinon didalam darah	55
Gambar 4. 32 Struktur kimia tritepenoid.....	56
Gambar 4. 33 Ikatan SOOH dengan OH dari senyawa triterpenoid	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi toksisitas menurut Kementrian Kesehatan RI ..	6
Tabel 2.2 Tingkat bahaya insektisida	7
Tabel 2.3 Jenis diazinon	9
Tabel 2.4 Kelainan sel darah	11
Tabel 2.5 Data biologis mencit.....	13
Tabel 2.6 Taksonomi mencit	14
Tabel 2.7 Sifat biologis mencit.....	14
Tabel 2. 8 Kandungan gizi teripang	18
Tabel 3. 1 Kelompok perlakuan hewan uji coba	23
Tabel 3. 2 Persiapan sampel.....	24
Tabel 4. 1 Hubungan jumlah kerusakan sel darah dengan dosis diazinon	33
Tabel 4. 2 Hubungan jumlah kerusakan sel darah pemberian diazinon dengan dosis ekstrak teripang.....	36
Tabel 4. 3 Persamaan dan regresi dari tiap grafik per penyakit	44
Tabel 4. 4 Persamaan dan regresi dari tiap grafik per penyakit	51
Tabel 4. 5 Konfigurasi elektron atom S, O dan H	54
Tabel 4. 6 Energi ikat rata-rata (Kj/mol)	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Alat dan bahan Penelitian	65
Lampiran 2 Pembuatan sampel	67
Lampiran 3 Surat Keterangan Laik Etik.....	68
Lampiran 4 Surat Keterangan Plagiasi.....	69
Lampiran 5 Perhitungan kontrol.....	70
Lampiran 6 Perhitungan diazinon dosis 50 mg/L.....	70
Lampiran 7 Perhitungan diazinon dosis 75 mg/L.....	71
Lampiran 8 Perhitungan diazinon dosis 100 mg/L.....	71
Lampiran 9 Perhitungan diazinon dosis 125 mg/L.....	72
Lampiran 10 Perhitungan diazinon dosis 150 mg/L.....	72
Lampiran 11 Perhitungan dosis diazinon efektif dan ekstrak teripang dosis 0.02 ml	73
Lampiran 12 Perhitungan dosis efektif diazinon dan ekstrak teripang dosis 0.03 ml	73
Lampiran 13 Perhitungan dosis efektif diazinon dan ekstrak teripang dosis 0.05 ml	74
Lampiran 14 Perhitungan dosis efektif diazinon dan ekstrak teripang dosis 0.07 ml	74
Lampiran 15 Perhitungan dosis efektif diazinon dan ekstrak teripang dosis 0.09 ml	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Pada era orde baru, Indonesia menerapkan program revolusi hijau. Dengan adanya revolusi hijau, produksi padi dan gandum di Indonesia menjadi lebih besar dan dapat di import ke negara-negara lain. Namun, revolusi hijau memberikan dampak yang buruk karena menggunakan pestisida yang memunculkan hama-hama baru yang lebih kuat dari sebelumnya (Shiva, 1998). Pestisida adalah bahan kimia pertanian yang digunakan sebagai obat pemberantas hama tanaman. Berdasarkan target yang akan dibunuh, pestisida dibedakan atas insektisida (pembunuh serangga), fungisida (pembunuh jamur), rodentisida (pembunuh hewan pengerat), dan herbisida (pembunuh tumbuhan liar). Terkadang, nematosida (pembunuh nematoda) dan molukisida (pembunuh siput) serta racun pembunuh ikan tertentu juga digolongkan dalam pestisida (Sumardjo, 2009). Dari sekian banyak golongan pestisida, insektisida merupakan golongan pestisida yang paling banyak digunakan dalam dunia pertanian.

Insektisida memiliki bermacam-macam golongan. Salah satu golongan insektisida adalah organophosphate. Organophosphate merupakan derivat dari phosphoric acid dan sangat toksik untuk hewan bertulang belakang sehingga dapat menggantikan golongan organochlorines, khususnya DDT (Sudarmo, 1991). Salah satu obat pertanian yang masuk ke dalam golongan ini adalah diazinon. Diazinon merupakan obat pertanian yang biasa di gunakan di sawah dan kebun untuk mematikan hama tanaman padi, kedelai, dan kelapa. Golongan ini juga toksik terhadap manusia karena dapat merusak sistem saraf dan bersifat karsinogen, atau pemicu adanya kanker (Akbar, 2015). ketika diazion masuk ke dalam tubuh manusia/hewan maka manusia/hewan akan mengalami keracunan diazinon.

Keracunan diazinon merupakan keadaan terpapar diazinon yang mengakibatkan manusia/hewan yang terkena paparan diazinon mengalami gejala klinis yang dapat berkembang menuju kematian. Efek sistemik yang timbul akibat keracunan diazinon adalah terjadi penghambatan enzim asetilkolinesterase (AChE) oleh diazoxon sehingga menyebabkan stimulasi yang berlebihan dan berkelanjutan pada syaraf parasimpatis yang berhubungan dengan sistem syaraf pusat (Taufik, 2009) sehingga menyebabkan kerusakan sel dan organ

dalam tubuh. Kerusakan sel akibat diazinon dapat dikurangi dengan antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menginaktivasi reaksi oksidasi dengan mencegah terbentuknya radikal bebas sehingga kerusakan sel akan terhambat (Winarsih, 2007).

Antioksidan terdiri dari antioksidan nabati dan hewani. Salah satu antioksidan hewani adalah teripang (*Holothuroidea*). Kandungan antioksidan dan protein pada teripang yang tinggi membuat teripang dapat dijadikan sebagai agen hepatoprotektor pada kerusakan sel. Selain itu kandungan gizi yang terdapat di dalam teripang antara lain saponin glikosida, tritepen glikosida yang dapat menghambat pertumbuhan sel tumor. Kandungan *glycin* dan *glutamic acid* pada teripang merupakan komponen terbanyak yang berperan sebagai sistesis GSH (Adriansyah, Kamaludin, Theodorus, & Sulastri, 2014). Berdasarkan informasi mengenai dampak negatif penggunaan pestisida serta kandungan antioksidan yang terdapat pada ekstrak teripang maka penulis melakukan penelitian untuk menganalisis pengaruh ekstrak teripang (*Holothuroidea*) terhadap gambaran mikroskopis sel darah dari mencit (*Mus musculus*) yang terkontaminasi pestisida diazinon.

1.2. Rumusan masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh ekstrak teripang (*Holothuroidea*) terhadap gambaran mikroskopis sel darah dari mencit (*Mus musculus*) yang terkontaminasi pestisida diazinon.

1.3. Tujuan masalah

Tujuan yang ada pada penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh pemberian ekstrak teripang (*Holothuroidea*) terhadap sel darah mencit yang terkontaminasi pestisida diazinon.

1.4. Batasan masalah

Batasan masalah pada penelitian ini diantaranya objek penelitian yang digunakan mencit (*Mus musculus*). Antioksidan yang digunakan adalah teripang (*Holothuroidea*) yang telah diekstrak dalam bentuk kapsul dan dijual di pasaran dengan merk dagang tertentu. Pestisida yang digunakan adalah golongan insektisida jenis organophosphates yaitu diazinon. Dalam penelitian ini tidak dilakukan uji kimia terhadap bahan yang digunakan.

1.5. Manfaat penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain sebagai kajian ilmiah untuk masyarakat tentang pengaruh pemberian ekstrak teripang (*Holothuroidea*) dalam tubuh sebagai antioksidan dan pengaruh paparan pestisida diazinon yang masuk ke dalam tubuh, sebagai sumber informasi tentang pestisida diazinon dan ekstrak teripang (*Holothuroidea*) serta sebagai acuan penggunaan pestisida diazinon dalam kehidupan sehari-hari.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Insektisida

Insektisida merupakan salah satu jenis pestisida yang biasa digunakan untuk membunuh serangga. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1973 pestisida adalah suatu bahan kimia yang digunakan untuk memberantas hama tanaman, mematikan daun, mencegah pertumbuhan yang tidak diinginkan, merangsang pertumbuhan tanaman, mencegah hama luar tanaman, memberantas binatang yang menyebabkan penyakit pada manusia (Permenkes, 1992).

Menurut (Hudayya, 2012) berdasarkan sifat kimianya, insektisida dibagi menjadi beberapa golongan yaitu:

1. Organoklorin, merupakan yang dapat digunakan untuk membunuh serangga dengan cara merusak sistem saraf pusat yang dapat menimbulkan kematian. Organoklorin bersifat stabil di lapangan sehingga residunya sulit terurai.
2. Organofosfat, merupakan insektisida yang bekerja dengan cara menghambat enzim asetilkolinesterase yang menimbulkan kekacauan pada sistem saraf dan otot yang berakibat pada kelumpuhan saraf dan akhirnya menimbulkan kematian.
3. Karbamat, merupakan insektisida yang cara kerjanya sama seperti organofosfat. Perbedaan dengan organofosfat adalah karbamat bekerja secara bolak-balik (reversible) sehingga dapat dipulihkan kembali.
4. Piretroid, merupakan insektisida yang mempunyai efek kuat sebagai racun kontak. Cara kerja piretroid adalah mempengaruhi sistem saraf peripheral dan saraf pusat yang kemudian dapat terjadi paralisis atau kelumpuhan dan kematian.

Berdasarkan cara masuk ke dalam jasad sasaran, insektisida dibagi menjadi beberapa golongan antara lain:

1. Racun perut/lambung yang merusak sistem pencernaan.
2. Racun kontak yang mengganggu perkembangbiakan serangga.
3. Racun nafas yang mengganggu sistem pernafasan.
4. Racun saraf yang mengganggu sistem saraf jasad sasaran.

5. Racun protoplasmic yang merusak protein dalam sel tubuh.
6. Racun sistemik yang dipaparkan melalui tanaman sehingga apabila tanaman dikonsumsi oleh manusia maupun hewan dapat menimbulkan keracunan (Hudayya, 2012).

Tabel 2.1 Klasifikasi toksisitas menurut Kementerian Kesehatan RI




Kategori	Kelas	LD_{50} terhadap tikus (mg/kg berat badan)			
		Oral		Dermal	
		Padat	Cair	Padat	Cair
Sangat berbahaya sekali	Ia	≤ 5	≤ 20	≤ 10	≤ 40
Sangat berbahaya	Ib	5-50	20-200	10-100	40-400
Berbahaya	II	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
Cukup berbahaya	III	≥ 501	≥ 2001	≥ 1001	≥ 4001
Tidak berbahaya jika digunakan sesuai dengan anjuran	IV	≥ 2000	≥ 3000	-	-

Sumber: (Kementerian Kesehatan RI, 2012)

Toksisitas adalah kemampuan suatu bahan kimia atau zat kimia untuk menimbulkan keracunan atau kerusakan. Toksisitas dinyatakan dalam suatu nilai yang biasa dikenal dengan dosis mematikan hewan coba yang dinyatakan dengan *lethal dose* (LD) dan *lethal concentration* (LC). LD_{50} adalah dosis mematikan 50% hewan coba yang diberikan melalui oral, kulit, atau sistem pernafasan yang dinyatakan dalam mg/kg berat badan. LC_{50} adalah konsentrasi suatu insektisida untuk mematikan 50% hewan coba yang dinyatakan dalam mg/L atau mg/serangga. Klasifikasi toksisitas insektisida menurut WHO berdasarkan LD_{50} dapat ditinjau pada Tabel 2.1.

Sedangkan klasifikasi tingkat bahaya insektisida dapat dilihat pada Tabel 2.2 (Kementrian Kesehatan RI, 2012)

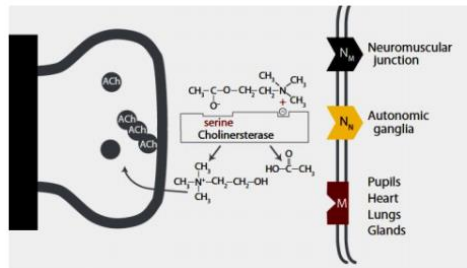
Tabel 2.2 Tingkat bahaya insektisida

Kelas Bahaya	Keterangan yang perlu dicantumkan di dalam tabel		
	Pernyataan bahaya	Warna	Simbol bahaya
IA Sangat berbahaya sekali	Sangat beracun	Coklat tua	
IB Sangat berbahaya	Beracun	Merah tua	
II Berbahaya	Berbahaya	Kuning tua	
III Cukup berbahaya	Perhatian	Biru muda	
IV tidak berbahaya jika digunakan sesuai anjuran		hijau	

Organophosphate menghambat aksi pseudokolinesterase dalam plasma darah dan kolinesterase dalam sel darah. Ketika masuk ke dalam darah organophosphate bertindak sebagai inhibitor. Kolinesterase merupakan enzim yang bertanggung jawab terhadap metabolisme asetilkolin yang terdapat pada sinaps ketika ACh dilepaskan. ACh berperan sebagai neurotransmitter dimana ACh akan menjadi kolin dan asetat. Dengan adanya inhibisi kolinesterase menyebabkan ACh tertimbun di sinaps sehingga terjadi stimulasi terus-menerus di reseptor post sinaptik (Aristyanty, 1992).

ACh dibentuk pada seluruh bagian sistem syaraf. ACh juga dapat dijumpai pada otak khususnya sistem saraf otonom. ACh berperan sebagai neurotransmitter pada ganglio dimana ACh akan berikatan dengan reseptor kolinergik likotinik. Inhibisi kolinesterase pada ganglio simpatis dapat menyebabkan hipertensi dan takikardia.

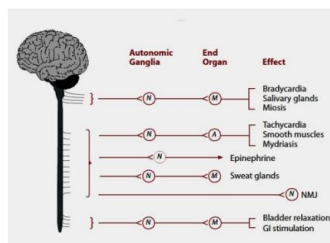
Sedangkan inhibisi kolinesterase pada ganglio parasimpatis akan menyebabkan miosis, hipersalivasi, dan bradikardi. ACh juga berperan sebagai neurotransmitter yang langsung menuju ke jantung melalui saraf vagus, kelenjar, dan otot polos bronkus. Inhibisi kolinesterase pada jantung dapat mengakibatkan keracunan organophosphates dimana jantung merupakan target utama dari organophosphates (Ardiyanto, 2013).



Gambar 2.1 Hidrolisis asetilkolin intrasinaptik

Mekanisme monitoring untuk paparan pestisida dapat dilakukan dengan penilaian kadar kolinesterase AChE dalam darah. Pemeriksaan kadar AChE dapat dilakukan dengan metode Tintometer. Standar penurunan AChE di Indonesia adalah sebagai berikut:

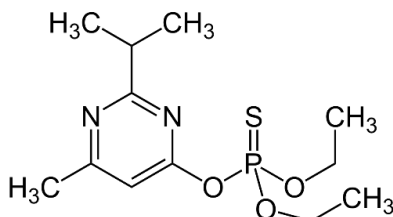
1. Normal dengan kadar AChE > 75%.
2. Keracunan ringan dengan kadar AChE > 75%-50%.
3. Keracunan sedang dengan kadar AChE > 50%-25%.
4. Keracunan berat dengan kadar AChE < 25% (Luthfanto, 2014).



Gambar 2.2 Pengaruh inhibisi kolinesterase pada sistem saraf

2.2. Diazinon

Diazinon pertama kali digunakan di Amerika pada tahun 1956 sebagai jenis insektisida organophosphates yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari baik pada bidang pertanian maupun non pertanian. Diazinon adalah zat kimia atau bahan kimia yang diaplikasikan pada tanaman, buah-buahan, padi, tebu, tembakau dan lain-lain. Diazinon merupakan senyawa organophosphates yang tidak persisten, yaitu apabila di aplikasikan pada tanah akan hilang melalui proses degradasi secara kimiawi dan biologi. Hidrolisis diazinon menjadi lebih lambat pada pH > 6 dengan produk utama hidrolisis yang menghasilkan 2-isopropyl-4-methyl-6-hydro-xypyrimidine (Scheibmeir et al., 2005). Struktur kimia diazinon adalah sebagai berikut:



Gambar 2.3 Struktur kimia diazinon

Diazinon dikenal dengan nama dagang basudin, spectracin, nucidol dan lain-lain. Diazinon murni berbentuk cairan tidak berwarna sedangkan diazinon teknis berupa cairan kecoklatan dan mempunyai bobot molekul 304, 35 g/mol dengan titik didih berkisar antara 83-84° C (Caroline, 2000). Diazinon padat dan cair masih diedarkan di Indonesia oleh PT. Petrokimia Kayaku.

Tabel 2.3 Jenis diazinon

DIAZINON 10 GR (Diazinon 10%)	
Insektisida racun kontak dan lambung	
Jagung	Ulat tanah (<i>Agrothis ipsilon</i>)
Kelapa	Penggerak batang penggerak pucuk
Kelapa sawit	Penggerak pucuk (<i>Orytes rhinoceros</i>)
Kedelai	Lalat bibit
Nenas	Kutu putih
Tebu	Uret

DIAZINON 600 EC (Diazinon 600 g/L)	
Insektisida racun kontak dan lambung	
Kakao	Pengisap buah
Kelapa	Perusak daun
Kelapa sawit	Ulat kantong
Kedelai	Penggulung daun
Kubis	Ulat krop
Lamtoro	Kutu loncat

Sumber : (Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Direktorat Pupuk dan Pestisida, 2016)

2.3. Darah

Darah adalah cairan yang ada di dalam tubuh yang terdiri atas plasma darah dan sel darah. Sel darah meliputi eritrosit, trombosit dan leukosit. Volume darah dalam tubuh adalah 1/12 berat badan yang terdiri atas plasam darah 55% dan sel darah 45%. Darah memiliki berbagai warna. Warna merah terang pada darah menandakan darah kaya akan oksigen sedangkan warna merah gelap menandakan darah kekurangan oksigen. Warna merah pada darah disebabkan oleh hemoglobin, protein yang mengandung besi dalam heme. Heme merupakan tempat terikatnya molekul-molekul oksigen (Pearce, 2006).



Gambar 2. 4 Darah

Plasma darah merupakan bagian dalam darah yang terdiri atas 90% air dan zat-zat lain. Fungsi dari plasma darah antara lain untuk mengangkut sari makanan, hormon, dan sisa metabolisme seperti karbon dioksida. Sari-sari makanan yang larut dalam plasma darah adalah glukosa, asam amino, lemak, vitamin, dan garam-garam mineral. Plasma darah mengandung fibrinogen, albumin dan

globulin. Protein-protein yang terdapat didalam plasma darah disebut sebagai protein darah. Masing-masing protein tersebut memiliki fungsi khusus antara lain:

1. Fibrinogen berfungsi sebagai pembekuan darah.
2. Albumin berfungsi untuk menjaga kesetimbangan tekanan osmosis dalam darah.
3. Globulin berfungsi sebagai pembentukan antibodi pada tubuh(Saktiyono, 2006).

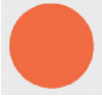











Di dalam sel darah terdapat eritrosit yang di dalamnya terdapat hemoglobin yang berfungsi untuk mengedarkan oksigen. Eritrosit dalam darah sebesar 90%. Trombosit (keping darah) sebesar 0.6%-1% yang berfungsi dalam proses pembekuan darah. Leukosit (sel darah putih) sebesar 0.25% yang berfungsi menjaga sistem kekebalan tubuh, membunuh bakteri atau virus yang mencoba masuk ke dalam tubuh (Mallo, Sompie, Narasiang, & Bahrn, 1995).



Gambar 2. 5 Struktur Darah

Darah yang normal umumnya berbentuk lingkaran dengan diameter antara 6-8 mm dan cekung dibagian tengahnya. Darah dapat mengalami kelainan apabila didalam darah terdapat benda asing yang masuk dalam tubuh. Kelainan dari darah dapat dilihat dari bentuk dan ukurannya yang berbeda (abnormal). Berdasarkan ukurannya, kerusakan sel darah yaitu makrosit dan mikrosit. Sedangkan berdasarkan bentuknya, terdapat 10 jenis kelainan sel darah antara lain irregularly, elliptocyte, ovalocyte, teardrop, target sel, stomatocyte, keratocyte, schistocyte, echinocyte dan sickle sel. Tabel 2.4 merupakan tabel penentuan kelainan sel darah mencit berdasarkan bentuk dan ukurannya sebagai berikut (Bain, 2017).

Tabel 2.4 Kelainan sel darah

Jenis kelainan	Ciri-ciri	Gambaran mikroskopis
Makrocyte	berbentuk bulat dan besar dari ukuran normalnya	
Mikrocyte	Makrosit yang mengalami pengurangan diameter	
Irregularly contracted cell	Sel yang mengalami pengurangan diameter dengan bentuk yang tidak beraturan	
Elliptocyte	berbentuk ellip	
Ovalocyte	Sel yang berbentuk oval	
teardrop	Sel yang berbentuk seperti tetes air	
Target cell	Sel yang memiliki titik pusat pada pusat sel	
Stomatocyte	Sel dengan celah sentral atau stoma	
Keratocyte	Sel dengan dua atau empat tanduk berbentuk proyeksi	
Schistocyte	Sel yang berbentuk pecahan-pecahan sel	
Echinocyte	Sel yang memiliki duri-duri di tepinya	
Sickle cell	Sel yang berbentuk seperti bulan sabit	

2.4. Mencit (*Mus musculus*)



Gambar 2.6 Mencit putih (*Mus musculus*)

Mencit (*Mus musculus*) merupakan hewan yang biasa digunakan sebagai hewan uji coba biomedis. Mencit sebenarnya masuk satu famili dengan mencit liar. Mencit tidak mempunyai kelenjar keringat dan sangat aktif pada malam hari. Pada umur empat minggu berat badannya mencapai 18-20 gram. Data biologi mencit dapat dilihat sebagai berikut (Kusumawati, 2004).

Tabel 2.5 Data biologis mencit

Kriteria	Jumlah
Berat badan (jantan)	20-40 gram
Lama hidup	1-3 tahun
Temperatur tubuh	36.5° C
Kebutuhan air	Ad librum
Kebutuhan makan	4-5 g/hari
Pubertas	28-49 hari
Glukosa	62,8-176 mg/dL
Kolesterol	26,0-82,4 mg/dL
SGOT	23,2-48,4 IU/I
SGPT	2,10-23,8 IU/I

Nenek moyang mencit merupakan mencit liar dengan warna bulu abu-abu, sedangkan mencit yang digunakan sebagai hewan uji

coba merupakan mencit dengan warna bulu putih. Mencit dapat hidup pada berbagai musim baik musim dingin, sedang, atau panas dan dapat hidup terus-menerus baik dalam kandang maupun secara liar sehingga dapat dikatakan mencit mampu beradaptasi dengan mudah pada berbagai kondisi lingkungan (Andri, 2007).

Menurut (Suckow, Weisbroth, & Franklin, 2006) sistematika mencit (*Mus musculus*) berdasarkan klasifikasi makhluk hidup atau disebut taksonomi dapat dilihat pada Tabel 2.6 sebagai berikut:

Tabel 2.6 Taksonomi mencit

Kingdom	Animalia		
Filum	Chordata	subfilum	Vertebrata
Kelas	Mamalia	subkelas	Theria
Ordo	Rodentia	subordo	Myamorpha
Famili	Muridae	subfamili	Murinae
Genus	Mus		
Spesies	<i>Mus musculus</i>		

Sumber: (Suckow et al., 2006)

Menurut Smith dan Mangkoewidjojo (1998), sifat-sifat biologis dari mencit dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2.7 Sifat biologis mencit

Kriteria	Keterangan
Lama bunting	19-21 hari
Umur disapih	21 hari
Umur dewasa	35 hari
Umur dikawinkan	Delapan minggu
Berat dewasa mencit:	
Jantan	20-40 g
Betina	18-35 g
Berat lahir	0,5-1,0 g
Berat sapih	18-20 g
Jumlah anak	Rata-rata 6, dapat 15 ekor
Kecepatan tumbuh	1 g/hari

Sumber: (Smith J.B dan Mangkoewidjojo, 1988)

Mencit termasuk ke dalam golongan hewan omnivora, yaitu hewan yang dapat memakan segala jenis makanan baik nabati

maupun hewani. Selain itu mencit juga termasuk dalam hewan nokturnal dimana aktivitas hidupnya mulai dari makan dan minum lebih banyak dilakukan pada sore atau malam hari (Kuzaimi, 2006).

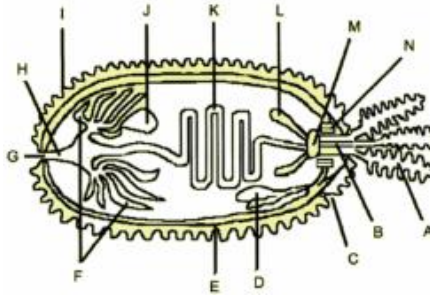
2.1. Teripang (*Holothuroidea*)

Teripang atau biasa disebut mentimun laut merupakan hewan laut. Teripang berbentuk lonjong dan lunak. Hewan ini merupakan hewan yang tidak memiliki tulang belakang namun memiliki duri. Di negara cina, hewan ini biasa disebut dengan halsom, yaitu sejenis makanan yang biasa dihidangkan saat acara pernikahan atau imlek (Suryaningrum, 2008).



Gambar 2. 7 Teripang

Teripang hidup di dasar laut karena teripang bergerak sangat lambat. Warna tubuh teripang bermacam-macam antara lain hitam, abu-abu, kecokelat-cokelatan, kemerah-merahan, kekuning-kuningan, dan putih. Teripang masuk ke dalam jenis hewan dioecious yaitu hewan berkelamin jantan terpisah dengan hewan berkelamin betina. Perbedaan jenis kelamin dari teripang hanya dapat terlihat jelas di bawah mikroskop dengan melakukan penyayatan pada bagian organ kelamin jantan atau betina. Kelamin betina pada teripang berwarna kuning dan warna menjadi coklat apabila sudah matang sedangkan kelamin jantan berwarna putih bening. Sistem reproduksi teripang berlangsung secara eksternal atau di luar tubuh. Sel telur dan sperma dihasilkan oleh teripang jantan dan betina dengan cara disemprotkan. Sel telur yang telah dibuahi dalam beberapa hari akan menetas dan menghasilkan larva. Larva akan tumbuh di dasar laut sampai menjadi teripang muda. Secara umum menurut (Martoyo, Aji, & Winanto, 2006). Bagian-bagian teripang dapat dilihat sebagai berikut:



Keterangan:

A	Tentakel
B	Mulut
C	Liang gonad
D	Gonad
E	Sistem vaskuler air
F	Pokok-pokok pernapasan
G	Anus
H	Kloaka
I	Podium
J	Tubul cuvierian
K	Ampulla tentakel
L	Cincin air, mengelilingi faring
M	Cincin berkapur, mengelilingi faring

Sumber: Ridwan B. H dalam (Martoyo et al., 2006)

Gambar 2. 8 Bagian-bagian teripang

Teripang merupakan hewan berkulit duri. Duri-duri pada teripang hanya dapat dilihat melalui mikroskop. Duri-duri teripang merupakan butiran kapur yang letaknya tersebar di lapisan epidermis. Tubuh teripang bersifat elastis dengan mulut berada di

anterior sedangkan anus berada di posterior. Menurut Bandarayanake dan Rocher (1999) teripang memiliki panjang sampai 60 cm dan berat badan 2 kg. Permukaan tubuh teripang tidak bersilia dan dilapisi oleh kapur. Terdapat lima deret kaki tabung (ambulaceral) dengan tiga deret berada di perut yang berfungsi dalam pergerakan dan pelekatan, sedangkan dua deret berada di punggung yang berfungsi sebagai alat respirasi (Karnila, 2011).

Teripang dapat ditemukan di hampir seluruh perairan pantai mulai dari daerah pasang surut yang dangkal sampai yang dalam. Jenis teripang bermacam-macam, namun teripang yang dapat dikonsumsi dan memiliki nilai jual tinggi adalah teripang dengan family *Holothuroidea* dan *Stichopodidae* yang meliputi marga *Holothuroidea*, *Actynopiga*, *Bohadschia*, *Thelenota* dan *Stichous* (Putu, Yanti, Subagio, & Wiryatno, 2014). Di Indonesia sendiri ditemukan tiga genus teripang yaitu: *Holothuroidea*, *Muelleria*, dan *Stichopus*. Dari ketiga genus tersebut yang memiliki nilai ekonomis dan banyak dieksploitasi adalah *Holothuroidea scabra* atau lebih dikenal dengan teripang pasir atau teripang putih (Narayaman, 2014).



Gambar 2. 9 Gambar Teripang pasir

Teripang diketahui kaya akan senyawa yang bermanfaat. Senyawa pada teripang pada dasarnya sama, hanya persentasenya berbeda kandungan gizi yang terdapat pada teripang antara lain protein, lemak, karbohidrat, dan kalsium. Dalam keadaan teripang kering kandungan protein lebih tinggi dengan asam amino yang lebih kompleks serta asam lemak jenuh. Protein pada teripang dapat berfungsi sebagai agen hepatoprotektor pada kerusakan sel. Sehingga teripang mampu memperbaiki sel yang rusak yang terdapat di dalam

tubuh. selain itu teripang juga mengandung phosphor, besi, yodium, vitamin A dan B serta natrium (S, Yunizal, E, MD, & Tazwir, 1997). Li Z., Wang H., dan Zhang G dari Shanghai Institute of Hematology, Shanghai Second Medical University mengungkapkan bahwa teripang berfungsi sebagai antipenggumpalan darah atau pembekuan darah karena terdapat senyawa glikosaminoglikan. Teripang dapat digunakan untuk menghambat pembekuan darah dengan menghambat monomer fibrin dan meningkatkan plasmin. Teripang juga mengandung saponin glikosida atau SOD (*super oxide dismutase*) dengan struktur yang hampir sama dengan ginseng dan ganoderma. Saponin merupakan senyawa yang bersifat antioksidan yang berfungsi sebagai anti-kanker atau anti-inflamasi (Ghufran H, 2010).

Kandungan gizi yang terdapat di dalam teripang adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 8 Kandungan gizi teripang

Zat gizi	Kadar
Energi (kkal)	389
Air (g)	8,9
Protein (g)	82,0
Lemak (g)	1,7
Abu (g)	8,6
Karbohidrat (G)	4,8
Kalsium (mg)	308
Fosfor (mg)	23
Besi (mg)	41,7
Natrium (mg)	770,0
Kalium (mg)	91,0
Vitamin A (SI)	455,0
Vitamin B2 (mg)	0,04
Vitamin B1 (mg)	0,07
Riboflanin (mg)	0,4

Sumber: (Karnila, 2011)

Kandungan lain yang terdapat pada teripang adalah asam lemak *polyunsaturated* (PUFA) yang terdiri dari asam eikosapentaenoat (EPA) dan asam dokosaheksaenoat (DHA). Asam EPA dan DHA dapat diekstraksi dengan air dan dapat

menurunkan kolesterol dengan menghambat penuaan sehingga menurunkan resiko terkena serangan jantung (Kharisma, 2012). Di Negara Cina, kandungan nutrisi dalam teripang diyakini dapat mengobati berbagai macam penyakit tubuh (S.H, Ling-Li, Y-H, Z-RZou, & Peng-Sun, 1986).

Senyawa lain yang terkandung dalam teripang adalah lektin (Mojica & Merca, 2005), sterol (Stonik, 1986), protein, kolagen, mukopolisakarida, glikosaminoglikan (Kariya, S, Hashimoto, & K, 1990; Yin, 2000), kondroitin sulfat E, kondroitin sulfat fukosilat (Kariya et al., 1990; Tovar & Mourao, n.d.), asam amino (aspartat, glutamat, histidin, treonin, alanin, arginin, prolin, tirosin, valin, serin, glisin, sistein, isoleusin, leusin, fenilalanin dan lisin) (Rodrigues, Gonzales, Caride, Lamas, & Taboada, 2000), vitamin (tiamin, riboflavin, niacin, C, E) (Padauleng & Nurhidayati, 2016), Karotenoid (β -Carotene, β -echinenone, canthaxanthin, phoenicoxanthin dan astaxanthin, cucumariasantin A, cucumariasantin B dan cucumariasantin C) (Tsushima & Matsuno, 1990), SOD (Hawa et al., 1999).

BAB III

METODOLOGI

3.1. Waktu dan tempat

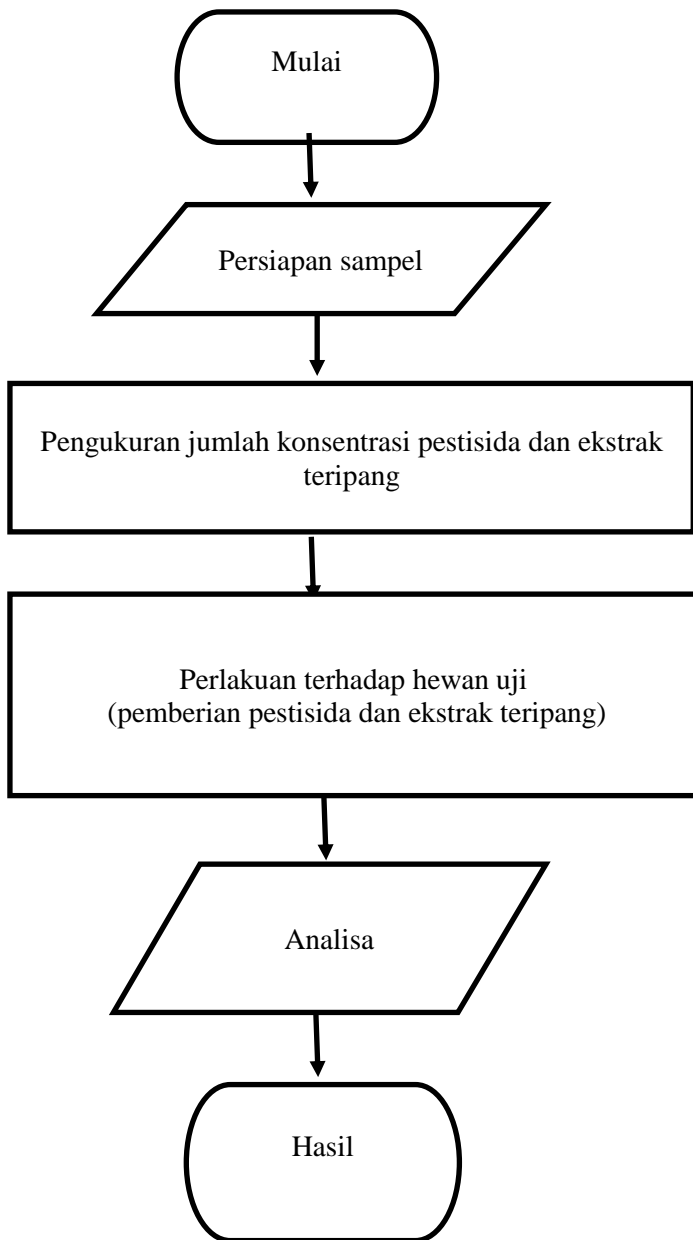
Penelitian ini dilaksanakan selama \pm 5 bulan pada bulan Oktober 2016 sampai dengan Februari 2017 yang dilaksanakan di laboratorium Fisiologi Hewan Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan Laboratorium Biofisika Universitas Brawijaya.

3.2. Alat dan bahan

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain mikroskop, kotak plastik kandang mencit, seperangkat alat bedah, sonde lambung, jarum suntik, masker dan sarung tangan. Sedangkan bahan yang digunakan untuk penelitian ini antara lain pestisida diazinon, ekstrak teripang, mencit, pellet, air mineral, aquades, methanol, alkohol, sekam dan giemsa.

3.3. Tahapan penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dengan persiapan sampel yaitu melakukan pengukuran jumlah dosis pestisida diazinon dan dosis ekstrak teripang. Pengukuran dilakukan dengan mengukur konsentrasi antara pestisida diazinon yang dilarutkan dalam air serta konsentrasi ekstrak teripang dan dibandingkan antara dosis penerima manusia dan mencit. Selanjutnya dilakukan perlakuan terhadap hewan uji coba (mencit) yang sebelumnya telah dilakukan aklimatisasi. Perlakuan dibagi atas dua tahap yaitu tahap pemberian dosis diazinon dan tahap pemberian dosis maksimal diazinon serta ekstrak teripang. Tahap pertama dan tahap kedua dilakukan selama 14 hari dengan mengabaikan variabel waktu pemberian dosis. Setelah dilakukan penelitian, dilakukan pembuatan sampel. Selanjutnya melakukan perhitungan data dan Analisa terhadap data yang di dapat. Hasil dari penelitian ini berupa perhitungan jumlah kerusakan sel darah dan perbaikan sel darah yang disajikan dalam bentuk grafik. Secara ringkas diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

3.4. Persiapan Sampel Hewan Coba

Pertama, mencit yang digunakan sebanyak 55 mencit jantan berumur 2-3 minggu dalam keadaan sehat dan diaklimatisasi selama 10 hari pada kondisi laboratorium sebelum dilakukan perlakuan. Selama aklimatisasi mencit diberi makan pellet dan air minum PDAM. Masing-masing kandang berisi 5 mencit dengan jumlah kandang sebanyak 11 buah. Hewan uji dari penelitian ini dapat dikelompokkan menjadi tiga, antara lain:

Tabel 3. 1 Kelompok perlakuan hewan uji coba

Kelompok	Perlakuan	
	Pestisida diazinon	Ekstrak teripang
K	-	-
D	√	-
DE	√	√

Kelompok perlakuan hewan uji masing-masing memiliki dosis diazinon dan ekstrak teripang yang berbeda-beda. Hal ini dikarenakan agar kelainan sel darah pada hewan mencit dari masing-masing perlakuan dapat dianalisa. Kontrol merupakan kelompok perlakuan tanpa pemberian dosis pestisida diazinon dan ekstrak teripang. Diazinon (D) merupakan kelompok perlakuan dengan pemberian dosis pestisida dengan 5 variasi dosis yang berbeda. Diazinon dan Ekstrak teripang (DE) merupakan perlakuan dengan pemberian dosis efektif diazinon dan 5 variasi dosis ekstrak teripang yang berbeda. Tabel 3.2 merupakan 3 kelompok perlakuan hewan uji dengan perbedaan dosis pestisida diazinon dan ekstrak teripang.

Tabel 3. 2 Persiapan sampel

Kontrol		Tanpa pemberian dosis pestisida dan ekstrak tripang
Diazinon	1	Pemberian dosis pestisida 50 mg/L
	2	Pemberian dosis pestisida 75 mg/L
	3	Pemberian dosis pestisida 100 mg/L
	4	Pemberian dosis pestisida 125 mg/L
	5	Pemberian dosis pestisida 150 mg/L
Diazinon dan Ekstrak teripang	1	Pemberian dosis pestisida (Dm) dan ekstrak tripang 0,01714 ml selama 14 hari
	2	Pemberian dosis pestisida (Dm) dan ekstrak tripang 0,03428 ml selama 14 hari
	3	Pemberian dosis pestisida (Dm) dan ekstrak teripang 0,051428ml selama 14 hari
	4	Pemberian dosis pestisida (Dm) dan ekstrak tripang 0,068571 ml selama 14 hari
	5	Pemberian dosis pestisida (Dm) dan ekstrak tripang 0,068571 ml selama 14 hari

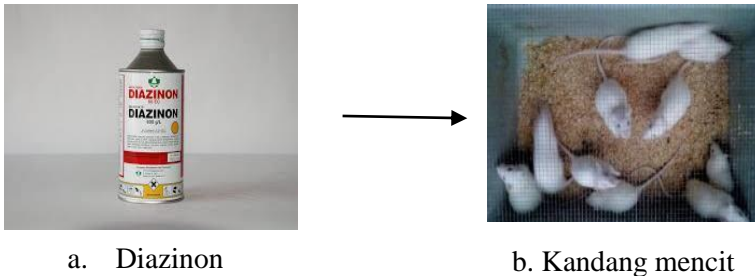
3.5. Persiapan alat

Persiapan alat pada penelitian dibagi menjadi dua, antara lain tahap pertama (1), yaitu tahap dengan pemberian pestisida diazinon dan tahap kedua (2), yaitu dengan pemberian diazinon dosis efektif dan pemberian ekstrak teripang.

3.5.1. Tahap 1 (pemberian pestisida diazinon)

Pada tahap ini dilakukan dengan meletakkan mencit jantan kedalam 5 kandang mencit yang akan diberi pestisida diazinon dengan dosis yang berbeda pada masing-masing kandang. Pemberian dosis diazinon dilakukan menggunakan sonde lambung dengan

memasukkan sonde lambung yang telah diberi pestisida diazinon sampai pada lambung mencit selama 14 hari.



Gambar 3. 2 Rangkaian Alat Tahap 1. (a) Diazinon (b) Kandang mencit

3.5.2. Tahap 2 (pemberian pestisida diazinon + ekstrak teripang)

Pada tahap ini dilakukan dengan meletakkan mencit jantan kedalam 5 kandang mencit yang akan diberi pestisida diazinon dengan dosis efektif selama 3 hari berturut-turut dan pemberian diazinon dosis efektif dan ekstrak teripang dengan dosis yang berbeda-beda pada setiap kandang pada hari ke 4 selama 14 hari. Pemberian dosis ini dilakukan menggunakan sonde lambung dengan memasukkan sonde lambung yang telah diberi pestisida diazinon dan ekstrak teripang sampai pada lambung mencit selama 14 hari. Pemberian diazinon dilakukan pada pagi hari sedangkan ekstrak teripang diberikan pada sore hari.



Gambar 3. 3 Rangkaian Alat Tahap 3. (a) diazinon + ekstrak teripang (b) kandang mencit

1. Pestisida yang digunakan

Pestisida yang digunakan dalam penelitian ini adalah pestisida dengan jenis insektisida diazinon, seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 4 Diazinon

2. Persiapan ekstrak teripang

Ekstrak teripang yang diberikan kepada mencit berupa cairan yang dikemas dalam kapsul yang sudah dijual dipasaran. Ekstrak teripang diberikan pada mencit dengan cara oral menggunakan sonde lambung. Dosis ekstrak teripang yang diberikan pada mencit disesuaikan dengan berat badan mencit.



Gambar 3. 5 Ekstrak teripang

3.6. Pembuatan sampel

Pembuatan sampel pada penelitian ini adalah diambil darah mencit dengan membersihkan ekor mencit menggunakan alkohol. Bagian ujung ekor mencit dipotong dan diambil. Darah diletakkan pada slide glass paling tepi dan berada di tengah kira-kira ± 1 tetes. Tarik kebelakang sedikit sampai menyentuh darah pada slide glass hingga timbul kapiler sehingga darah merata ke kiri dan ke kanan slide glass. Kemudian diratakan sampai ke seluruh slide glass setipis mungkin. Preparat diberi methanol secara menyeluruh dan diamkan ± 30 menit. Preparat diberi giemsa sampai seluruh darah tertutupi giemsa dan diamkan ± 30 menit. Dicuci dengan air bersih mengalir. Bilas dengan air, kemudian dikeringkan pada suhu kamar. Diamati di mikroskop dengan pembesaran 400 kali.

3.7. Pengukuran dosis pestisida diazinon

Dosis pestisida diazinon yang dianjurkan untuk sekali penyemprotan pada tanaman yang terdapat hama tanaman adalah 50 mg/L dimana dosis tersebut untuk semua jenis paparan baik manusia, hewan, maupun tumbuhan. Maka didapatkan dosis bertingkat pestisida diazinon untuk mencit:

1. Dosis 1 = 50 mg/L diberikan selama 14 hari
2. Dosis 2 = 75 mg/L diberikan selama 14 hari
3. Dosis 3 = 100 mg/L diberikan selama 14 hari
4. Dosis 4 = 125 mg/L diberikan selama 14 hari
5. Dosis 5 = 150 mg/L diberikan selama 14 hari

3.8. Pengukuran dosis ekstrak teripang

$$(20 \times 3) \text{ ml} \times \frac{0,02 \text{ kg}}{70 \text{ kg}} = 0,01714 \text{ ml}$$

Maka didapatkan dosis bertingkat ekstrak teripang untuk mencit:

1. Dosis 1 = 0,01714 ml diberikan selama 14 hari
2. Dosis 2 = 0,03428 ml diberikan selama 14 hari
3. Dosis 3 = 0,051428 ml diberikan selama 14 hari
4. Dosis 4 = 0,068571 ml diberikan selama 14 hari
5. Dosis 5 = 0,08571 ml diberikan selama 14 hari

3.9. Analisis data

3.9.1. Cara membaca data dari preparat

Cara membaca data dari preparat dari penelitian ini dengan meletakkan preparat yang telah disiapkan di bawah mikroskop. Kemudian preparat diatur sampai objek yang akan teramati dapat terlihat jelas dengan perbesaran mikroskop 400 kali. Setelah objek terlihat dilakukan pengambilan gambar serta mengamati bagian-bagian dalam sampel antara lain:

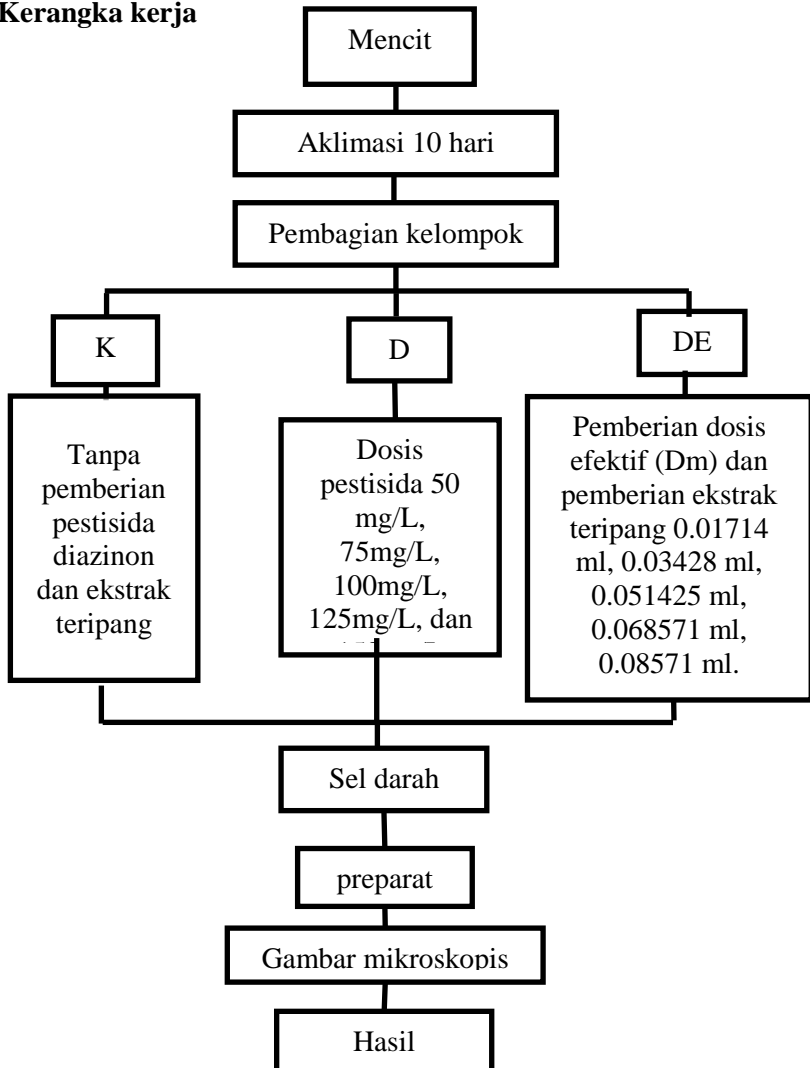
1. Luas sampel
2. Kerusakan sel dengan menghitung jumlah sel rusak dalam satu sampel
3. Sel sehat

Kemudian lakukan pengulangan pembacaan data untuk sampel dengan sisi yang berbeda dalam satu preparat. Pembacaan data dilakukan minimal 5 sampel. Langkah-langkah pembacaan data dapat dilihat sebagai berikut:

3.9.2. Perhitungan kerusakan dan perbaikan sel

Setelah proses pembacaan data dari penelitian ini selesai selanjutnya akan dilakukan pengolahan data dengan menggunakan microsoft office untuk mengetahui jumlah kerusakan dan perbaikan sel darah.

3.10. Kerangka kerja



Gambar 3. 6 Kerangka kerja

BAB IV

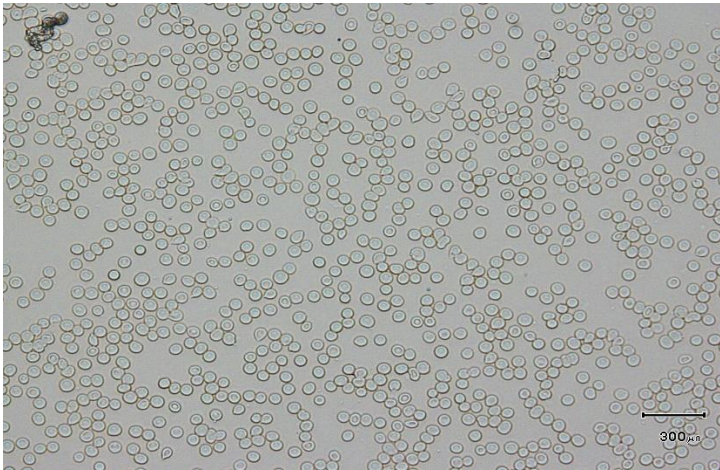
ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh ekstrak teripang (*Holothuroidea*) terhadap gambaran mikroskopis sel darah merah dari mencit (*Mus musculus*) yang terkontaminasi pestisida diazinon. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, pemberian pestisida diazinon dengan variasi 5 dosis dapat menyebabkan kerusakan pada sel darah, kerusakan sel darah terdapat 11 jenis kelainan. Berdasarkan bentuknya, kelainan sel darah dibedakan menjadi dua yaitu makrosit (ukuran eritrosit yang lebih dari 8,2 Nm) dan mikrosit (ukuran eritrosit yang kurang dari 6,2 Nm). Sedangkan berdasarkan bentuknya kelainan sel darah antara lain: irregularly, teardrop, elliptocyte, target sel, stomatocyte, keratocyte, schistocyte, echinocyte, sickle sel dan ovalocyte. Sedangkan pada variasi 5 dosis dengan pemberian dosis efektif diazinon dan pemberian ekstrak teripang didapatkan hasil adanya penurunan kerusakan.

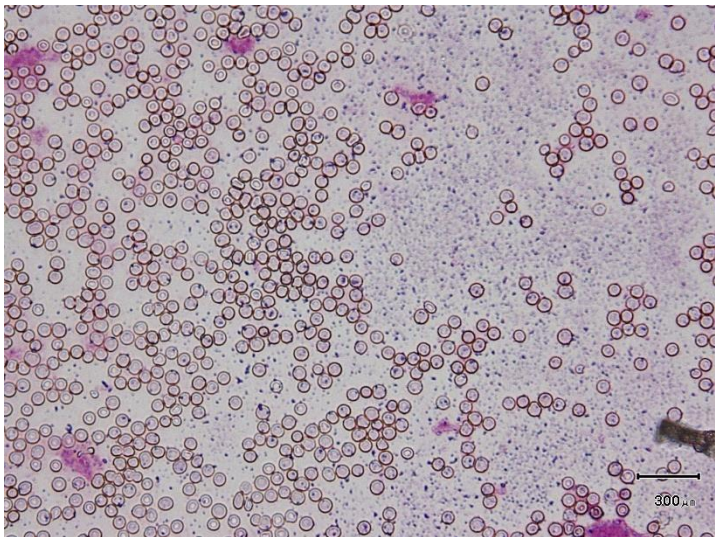
4.1.1 Hasil pengamatan preparat sel darah

Hasil dari penelitian ini yaitu berupa gambaran mikroskopis sel darah mencit (*Mus musculus*) dengan perbesaran 400x yang meliputi kontrol sehat, mencit dengan pemberian diazinon, serta mencit dengan pemberian diazinon dosis efektif dan ekstrak teripang. Variasi dosis ekstrak teripang antara lain: 0,02 ml, 0,03 ml, 0,05 ml, 0,07 ml, 0,09 ml dengan dosis efektif diazinon 125mg/L. pemberian dosis efektif 125 mg/L merupakan dosis efektif yang mampu merusak sel darah mencit namun tidak dalam keadaan lethal. Pembuatan preparat mencit dilakukan dengan mengambil darah pada ujung ekor mencit yang diletakkan dalam slide glass dan diberi perlakuan sehingga didapatkan preparat yang akan diamati pada mikroskop. Hasil dari mikroskop kemudian di analisa menggunakan software “Image raster” untuk menentukan kelainan-kelainan yang terdapat pada sel darah. Dalam satu preparat ditentukan 5 lapang pandang yang berbeda untuk menentukan rata-rata prosentase kelainan sel darah.

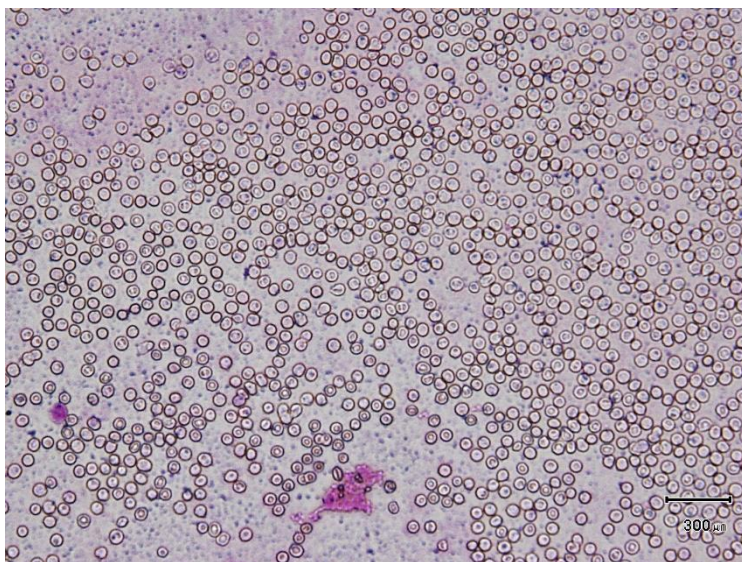


Gambar 4. 1 Gambaran mikroskopis sel darah kontrol

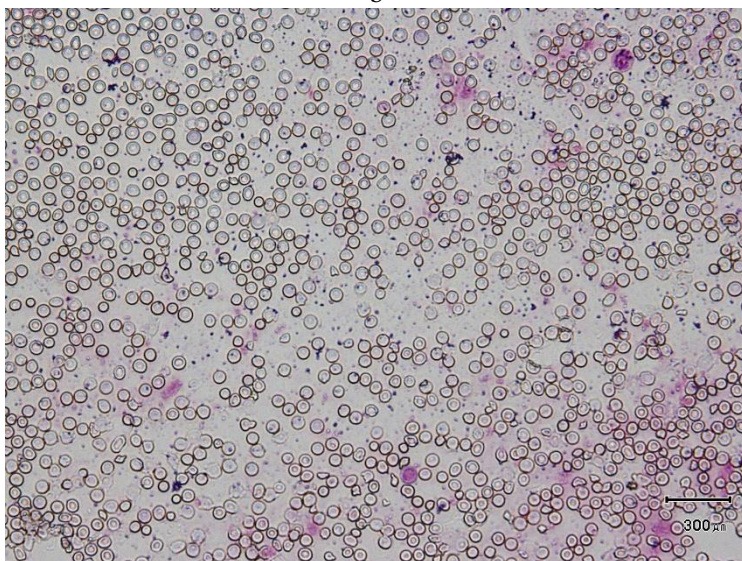
Pada perlakuan dengan kontrol, yaitu tanpa pemberian dosis pestisida diazinon dan ekstrak teripang didapatkan rata-rata jumlah kerusakan sel sebanyak 865 dalam satu lapang pandang.



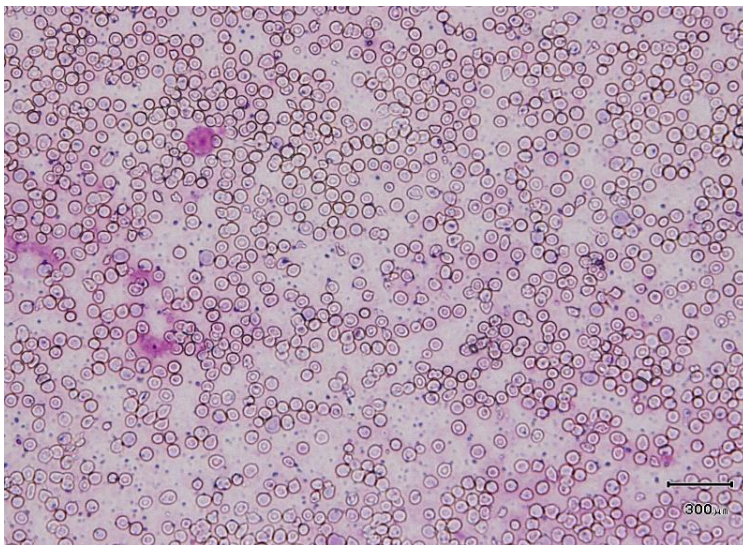
a



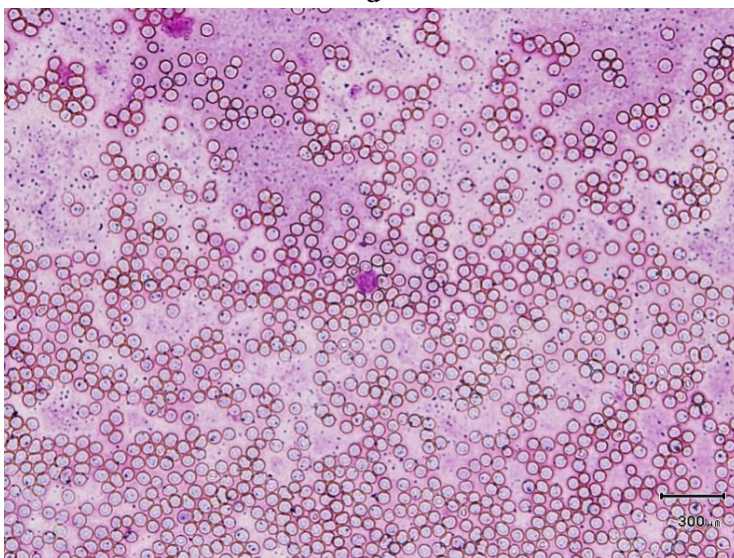
b



c



d



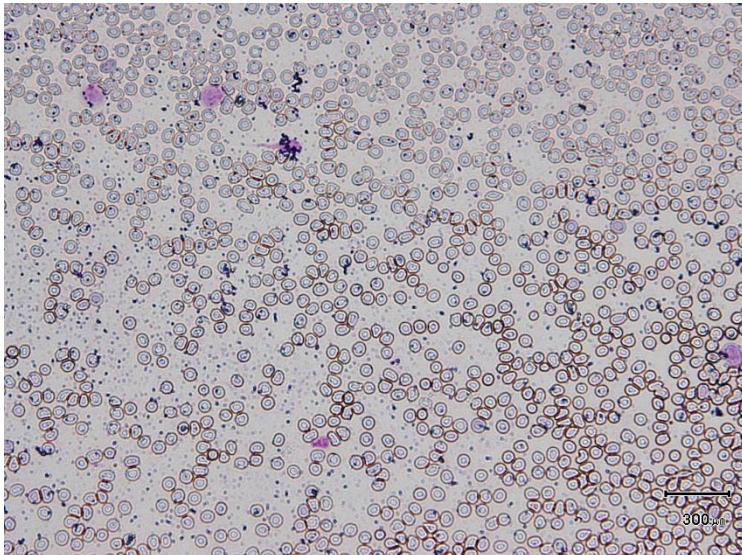
e

Gambar 4. 2 Gambaran mikroskopis sel darah pemberian diazinon (D) (a) dosis 50mg/L (b) dosis 75mg/L (c) dosis 100mg/L (d) dosis 125mg/L (e) dosis 150mg/L

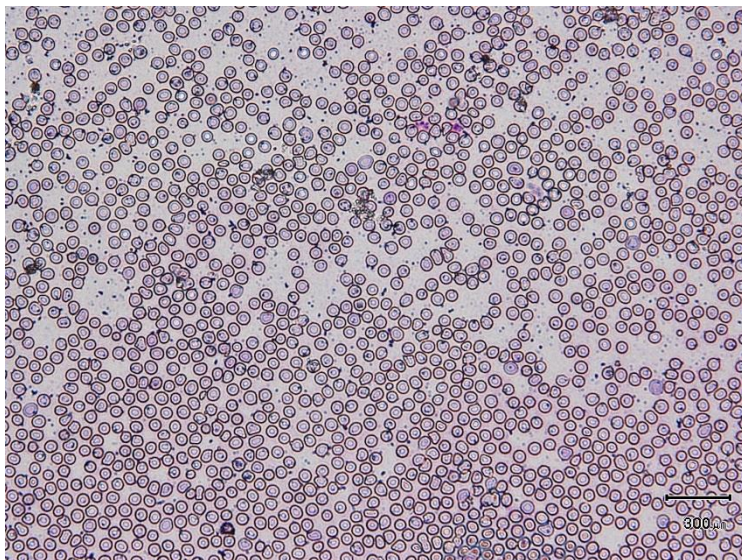
Pada perlakuan diazinon, yaitu dengan pemberian variasi dosis diazinon didapatkan data semakin tinggi pemberian dosis pestisida diazinon maka jumlah kerusakan sel semakin besar. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4. 1 Hubungan jumlah kerusakan sel darah dengan dosis diazinon

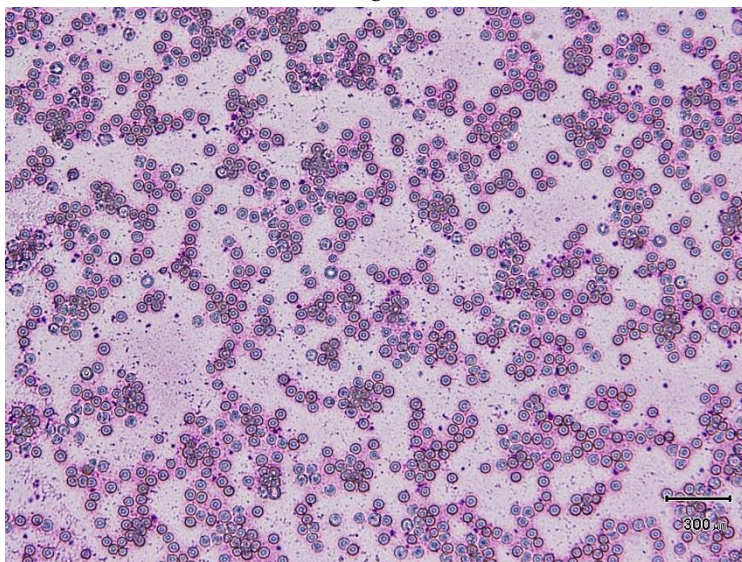
Dosis diazinon	Jumlah sel yang rusak
Kontrol	865
50 mg/L	1469
75 mg/L	1780
100 mg/L	2044
125 mg/L	2277
150 mg/L	2419



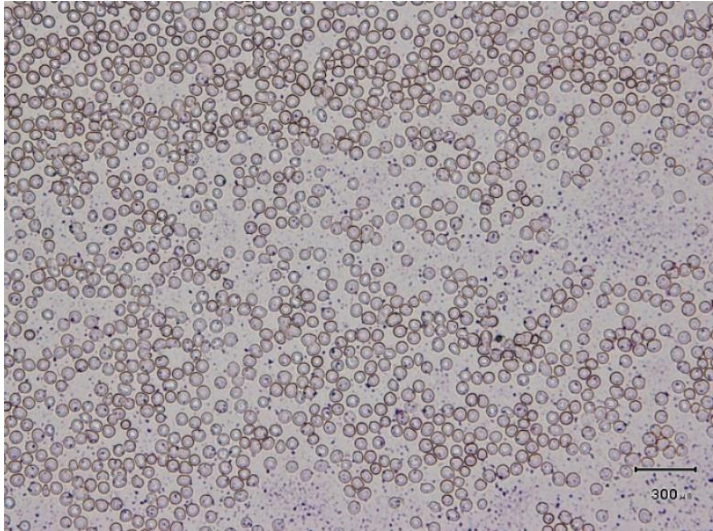
a



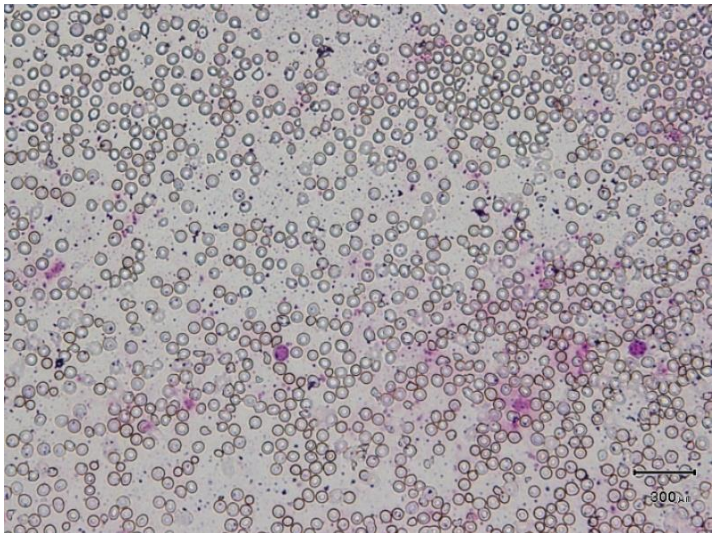
b



c



d



e

Gambar 4. 3 Gambaran mikroskopis sel darah diazinon dan ekstrak teripang (DE). (a) dosis ekstrak teripang 0.02 ml (b) dosis ekstrak teripang 0.03 ml (c) dosis ekstrak teripang 0.05 ml (d) dosis ekstrak teripang 0.07 ml (e) dosis ekstrak teripang 0.09 ml

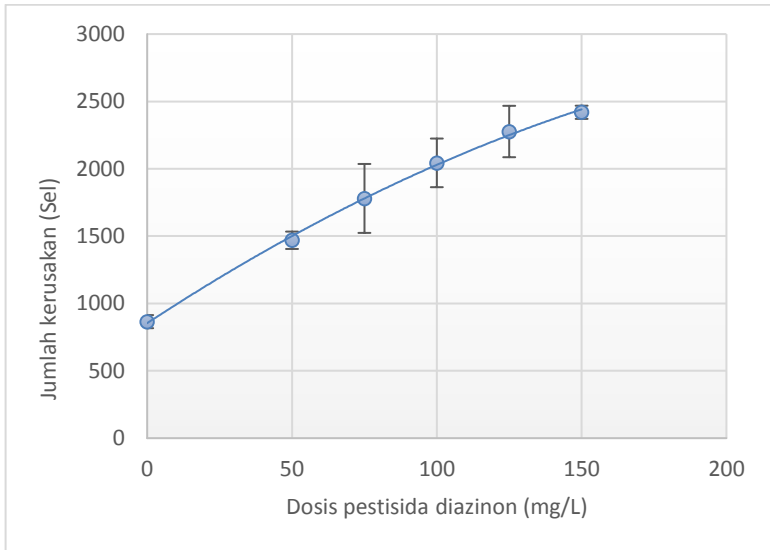
Pada perlakuan dengan pemberian dosis ekstrak teripang dengan pemberian dosis efektif 125 mg/L pada 5 variasi dosis ekstrak teripang didapatkan data kerusakan sel mengalami penurunan seiring bertambahnya pemberian dosis ekstra teripang. Penurunan kerusakan mencapai 26.40% pada dosis ekstrak teripang 0.09 ml. Semakin tinggi dosis ekstrak teripang yang diberikan maka jumlah kerusakan sel darah mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat dari gambaran mikroskopis bahwa semakin meningkat jumlah sel darah normal.

Tabel 4. 2 Hubungan jumlah kerusakan sel darah pemberian diazinon dengan dosis ekstrak teripang

Dosis ekstrak teripang	Jumlah sel yang rusak
Diazinon efektif (Dm)	2277
0,02 ml	1451
0,03 ml	1106
0,05 ml	735
0,07 ml	626
0,09 ml	584

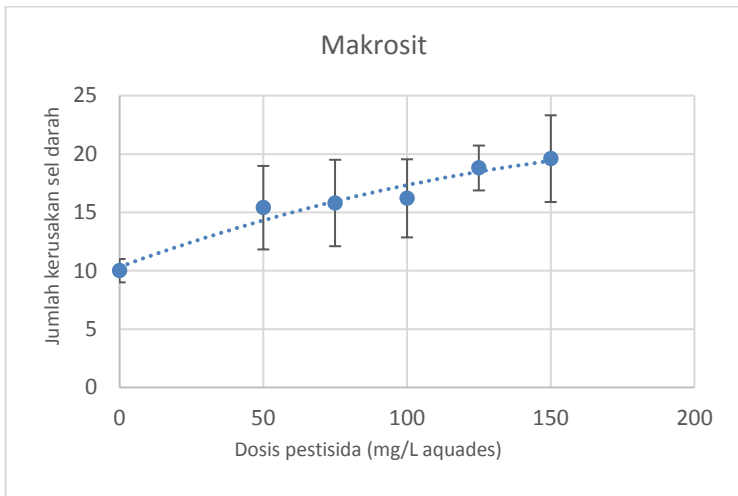
4.1.2. Pengaruh dosis pestisida diazinon terhadap kerusakan organ

Pemberian dosis pestisida dengan 5 variasi dosis memberikan dampak terhadap kerusakan sel darah. Masing-masing dosis memberikan dampak berbeda-beda dan jumlah kerusakan yang berbeda-beda. Jumlah kerusakan sel dari berbagai macam kelainan dengan variasi dosis pestisida dapat dilihat pada grafik hubungan antara jumlah kerusakan sel dengan variasi dosis dari dosis pestisida 0 mg/L, 50 mg/L, 75 mg/L, 100 mg/L, 125 mg/L, dan 150 mg/L.

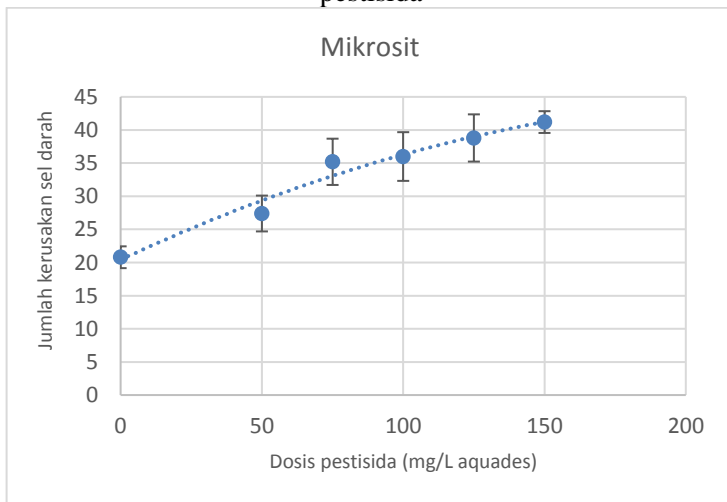


Gambar 4. 4 Grafik hubungan antara jumlah kerusakan sel dengan dosis pestisida

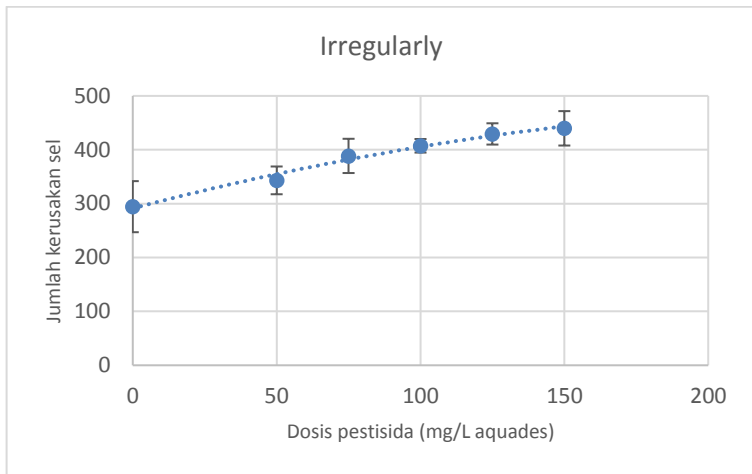
Berdasarkan grafik diatas didapatkan persamaan polinomial $y = -0,0235x^2 + 14,114x + 853,52$ dengan $R^2 = 0,9985$. Grafik total kerusakan menunjukkan kenaikan jumlah kerusakan sel seiring meningkatnya dosis pestisida. Dengan dosis pestisida sebesar 0 didapatkan jumlah kerusakan sel sebanyak 865 sel darahsedangkan pada dosis pestisida 150mg/L didapatkan jumlah kerusakan sel sebanyak2419 sel darah. dari grafik didapatkan regresi polinomial sebesar 0,9985 dari persamaan polinomial orde dua berdasarkan korelasi data dari variable X dan variable Y. Selain grafik total kerusakan terdapat grafik hubungan jumlah kerusakan sel per kelainan dengan dosis pestisida. Terdapat 11 kelainan dalam sel darah antara lain:



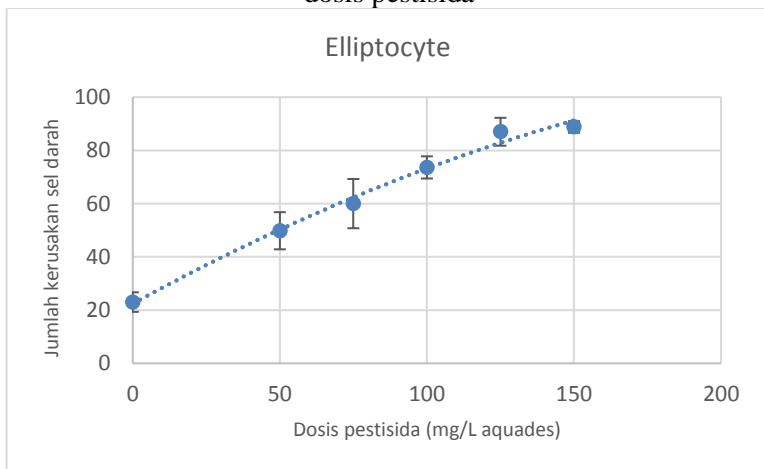
Gambar 4. 5 Hubungan jumlah kerusakan sel makrosit dengan dosis pestisida



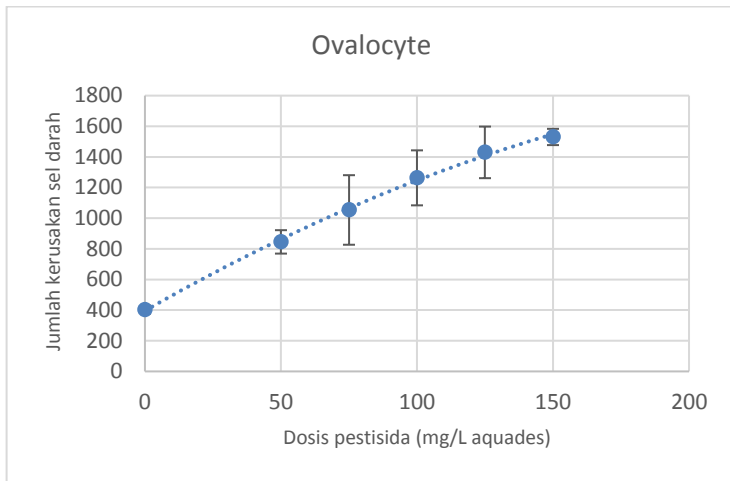
Gambar 4. 6 Hubungan jumlah kerusakan sel mikrosit dengan dosis pestisida



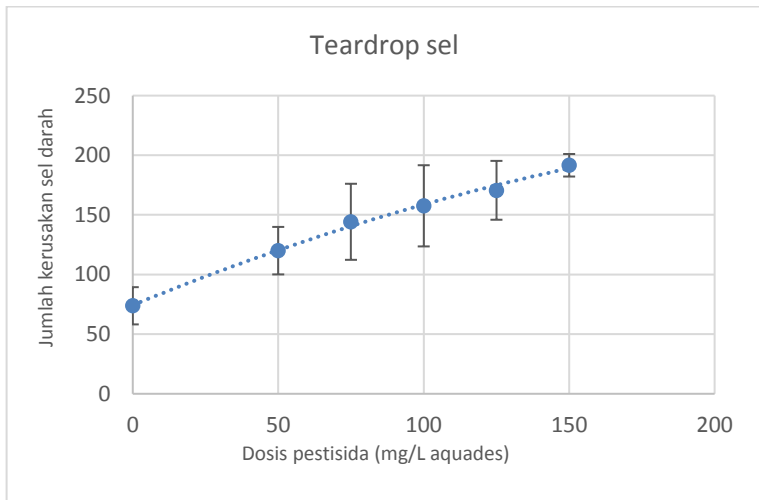
Gambar 4. 7 Hubungan jumlah kerusakan sel irregularly dengan dosis pestisida



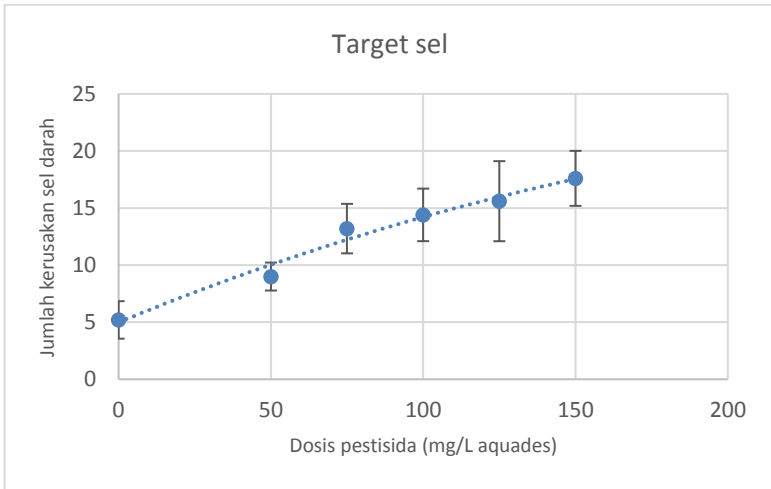
Gambar 4. 8 Hubungan jumlah kerusakan sel elliptocyte dengan dosis pestisida



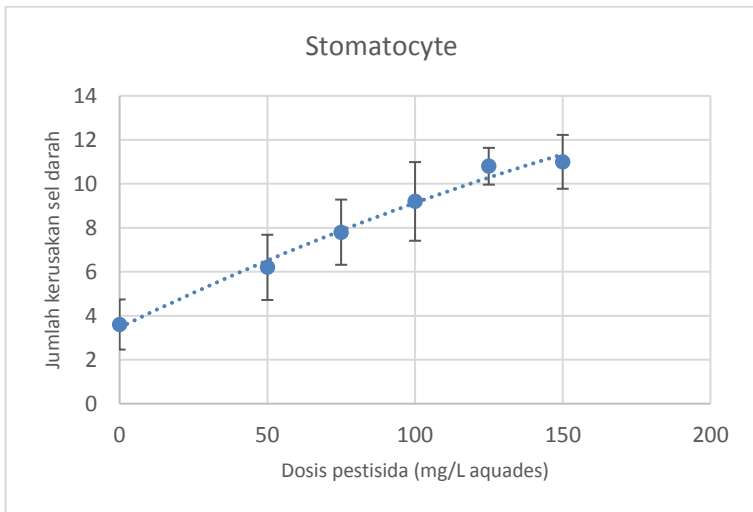
Gambar 4. 9 Hubungan jumlah kerusakan sel ovalocyte dengan dosis pestisida



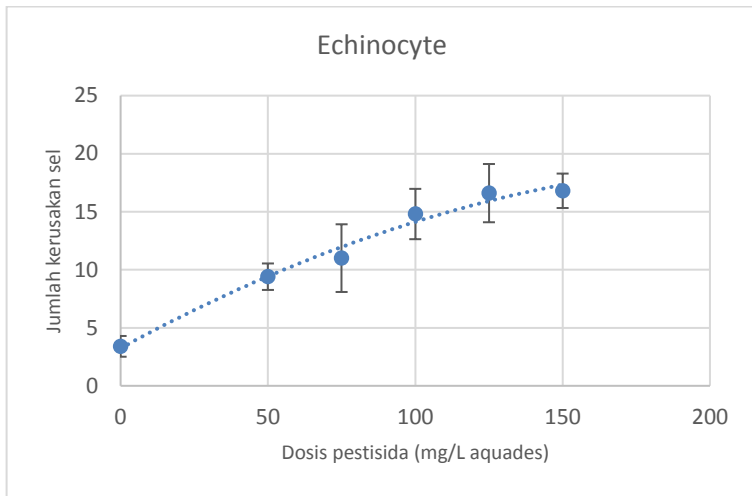
Gambar 4. 10 Hubungan jumlah kerusakan sel teardrop dengan dosis pestisida



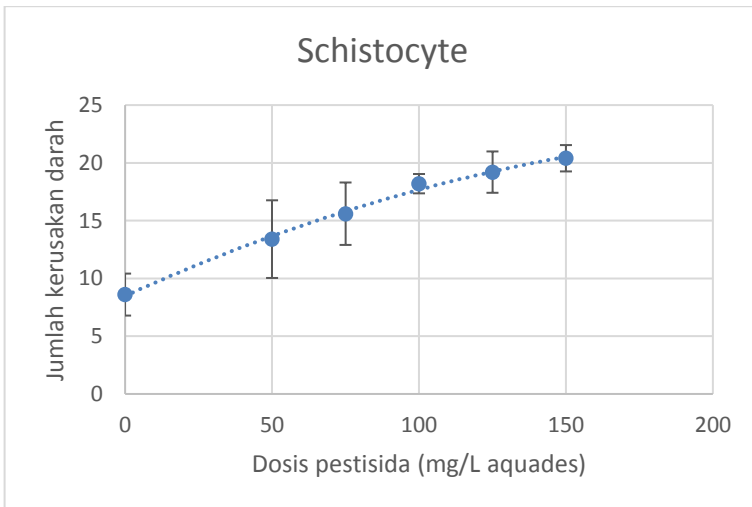
Gambar 4. 11 Hubungan jumlah kerusakan target sel dengan dosis pestisida



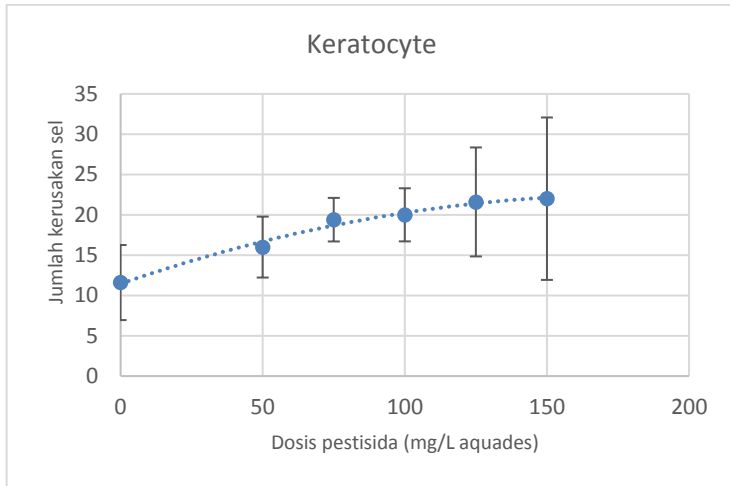
Gambar 4. 12 Hubungan jumlah kerusakan stomatocyte dengan dosis pestisida



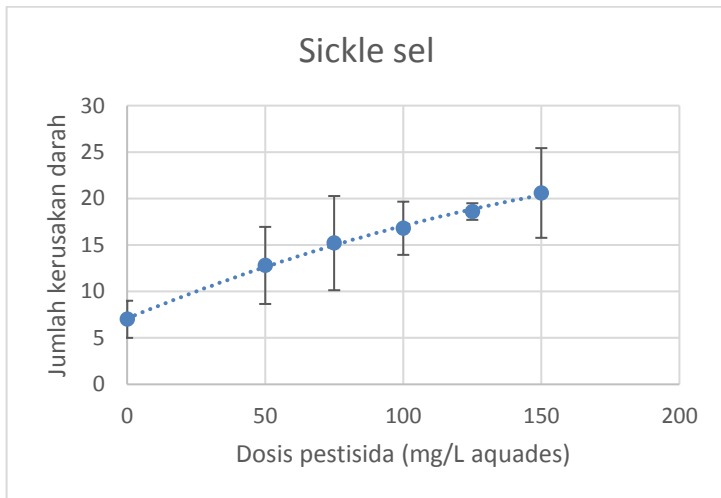
Gambar 4. 13 Hubungan jumlah kerusakan echinocyte dengan dosis pestisida



Gambar 4. 14 Hubungan jumlah kerusakan schistocyte dengan dosis pestisida



Gambar 4. 15 Hubungan jumlah kerusakan keratocyte dengan dosis pestisida



Gambar 4. 16 Hubungan jumlah kerusakan sickle sel dengan dosis pestisida

Tabel 4. 3 Persamaan dan regresi dari tiap grafik per penyakit

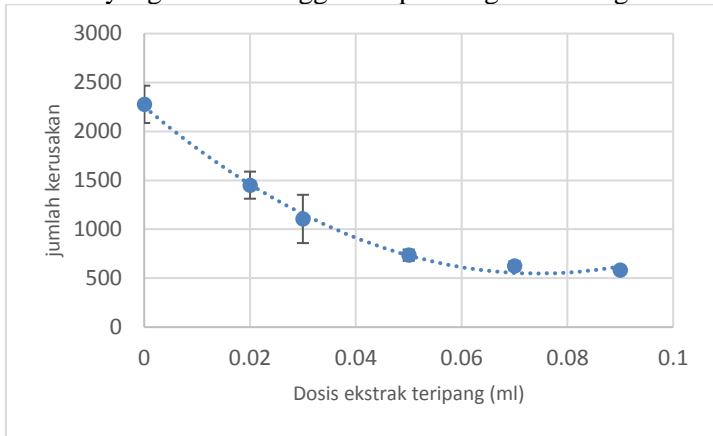
Kelainan per kelainan	Persamaan (polinomial orde dua)	Regresi
Makrosit	$y = -0,0002x^2 + 0,089x + 10,333$	0,9521
Mikrosit	$y = -0,0004x^2 + 0,1987x + 20,421$	0,9707
Irregularly	$y = -0,0026x^2 + 1,4005x + 291,24$	0,9858
Elliptocyte	$y = -0,001x^2 + 0,6054x + 22,395$	0,9906
Ovalocyte	$y = -0,0166x^2 + 10,176x + 395,49$	0,9982
Teardrop	$y = -0,0016x^2 + 1,001x + 74,298$	0,9954
Target sel	$y = -0,0002x^2 + 0,1094x + 4,9929$	0,9788
Stomatocyte	$y = -8E-05x^2 + 0,065x + 3,4667$	0,9878
Keratocyte	$y = -0,0003x^2 + 0,1215x + 11,452$	0,9856
Schistocyte	$y = -0,0002x^2 + 0,1151x + 8,4881$	0,9956
Echinocyte	$y = -0,0003x^2 + 0,1385x + 3,2429$	0,9838
Sickle sel	$y = -0,0002x^2 + 0,1217x + 7,0952$	0,9977

Berdasarkan grafik per kelainan sel darah dapat disimpulkan bahwa pemberian dosis pestisida yang terus bertambah memberikan dampak kenaikan pada jumlah kerusakan sel darah. Jumlah kerusakan antara satu penyakit dengan penyakit lainnya berbeda-beda dikarenakan pemberian dosis pestisida dengan 5 variasi dosis yang berbeda. Dengan menggunakan polynomial orde dua maka akan didapatkan persamaan antara jumlah kerusakan dengan dosis pestisida dan regresi yang berbeda-beda pada tiap grafik.

4.1.3. Pengaruh dosis ekstrak teripang terhadap kerusakan organ

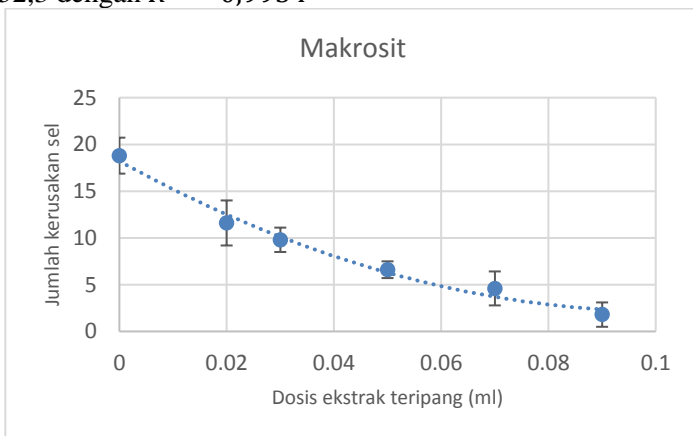
Setelah pemberian dosis diazinon dari 5 variasi dosis, didapatkan dosis efektif yang akan digunakan sebagai acuan dalam pemberian dosis ekstrak teripang. Dosis efektif yang didapat sebesar 125mg/L karena dengan pada dosis tersebut mencit masih mampu bertahan hidup dan tingkat kerusakan organ tidak terlalu parah dibandingkan dengan dosis 150mg/L. pemberian dosis ekstrak

teripang menggunakan 5 variasi data yang berbeda-beda dengan dosis efektif yang sama sehingga didapatkan grafik sebagai berikut:

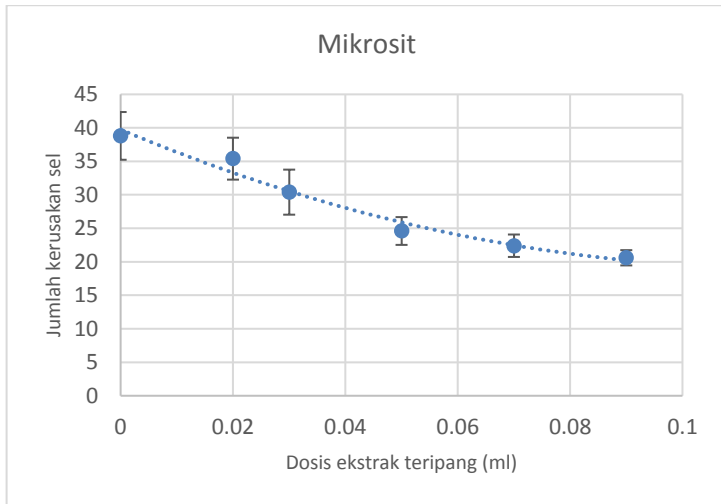


Gambar 4. 17 Grafik hubungan antara rata-rata jumlah kerusakan sel dengan dosis ekstrak teripang

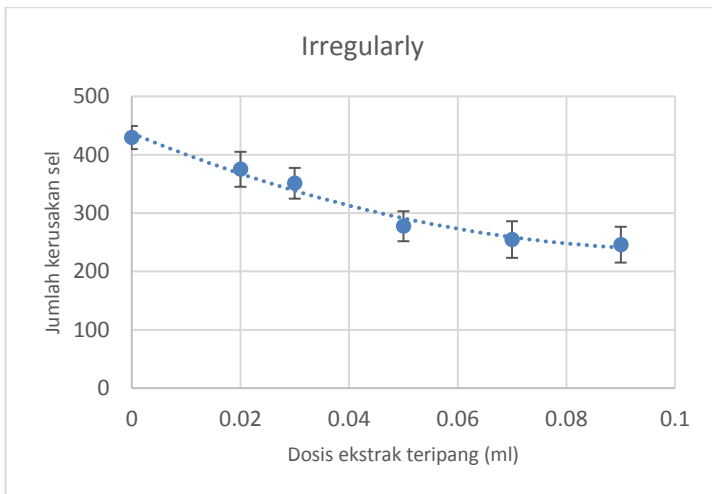
Grafik total kerusakan menunjukkan rata-rata penurunan jumlah kerusakan sel seiring meningkatnya dosis ekstrak teripang. Dari grafik total kerusakan didapatkan persamaan $y = 306911x^2 - 45734x + 2252,3$ dengan $R^2 = 0,9954$



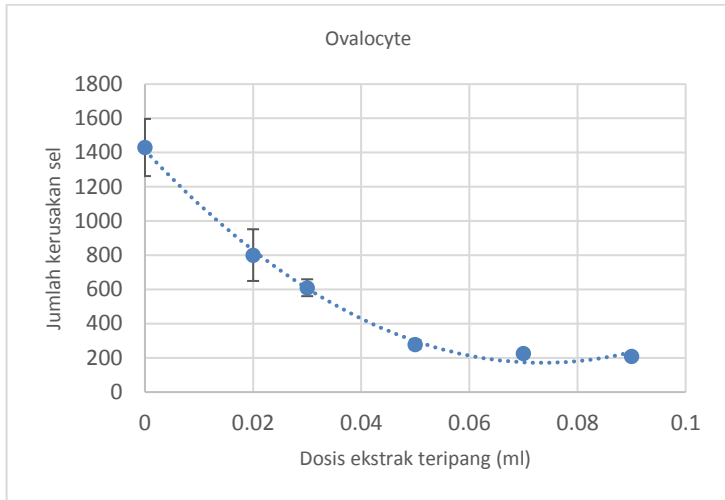
Gambar 4. 18 Hubungan jumlah kerusakan sel makrosit dengan dosis ekstrak teripang



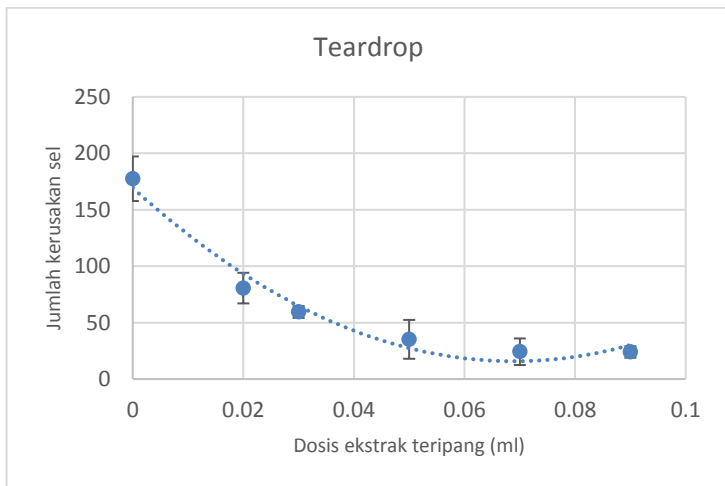
Gambar 4. 19 Hubungan jumlah kerusakan sel mikrosit dengan dosis ekstrak teripang



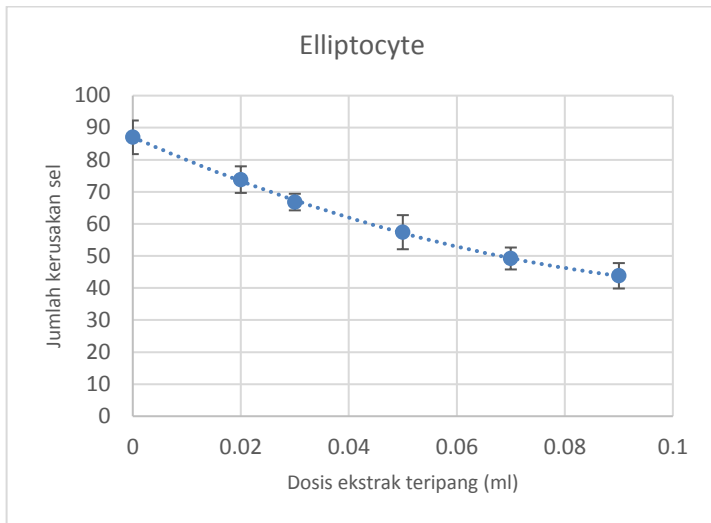
Gambar 4. 20 Hubungan jumlah kerusakan selirregularly dengan dosis ekstrak teripang



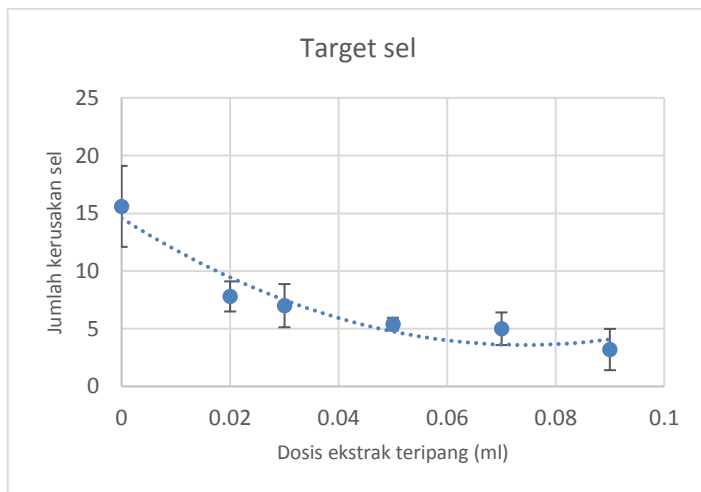
Gambar 4. 21 Hubungan jumlah kerusakan sel ovalocyte dengan dosis ekstrak teripang



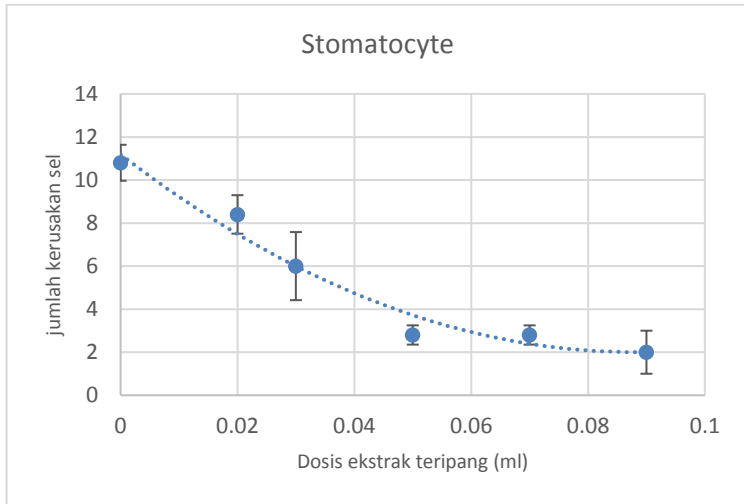
Gambar 4. 22 Hubungan jumlah kerusakan sel teardrop dengan dosis ekstrak teripang



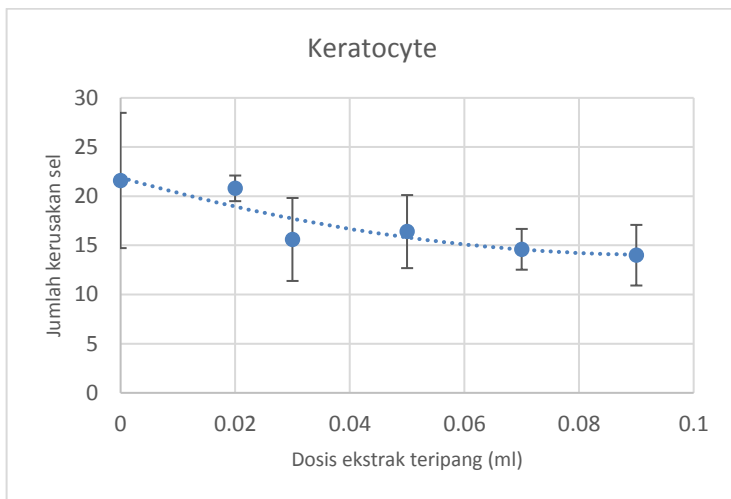
Gambar 4. 23 Hubungan jumlah kerusakan sel target sel dengan dosis ekstrak teripang



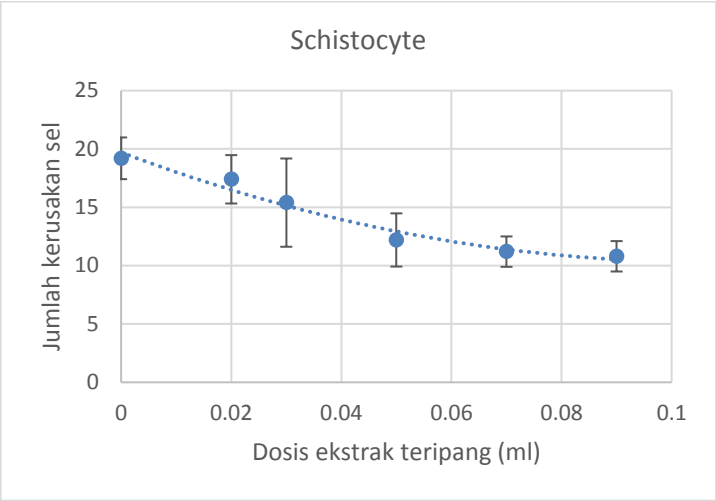
Gambar 4. 24 Hubungan jumlah kerusakan sel stomatocyte dengan dosis ekstrak teripang



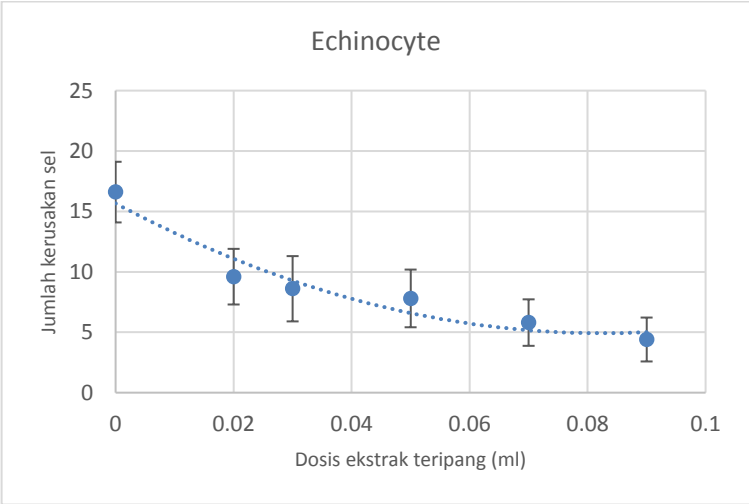
Gambar 4. 25 Hubungan jumlah kerusakan sel keratocyte dengan dosis ekstrak teripang



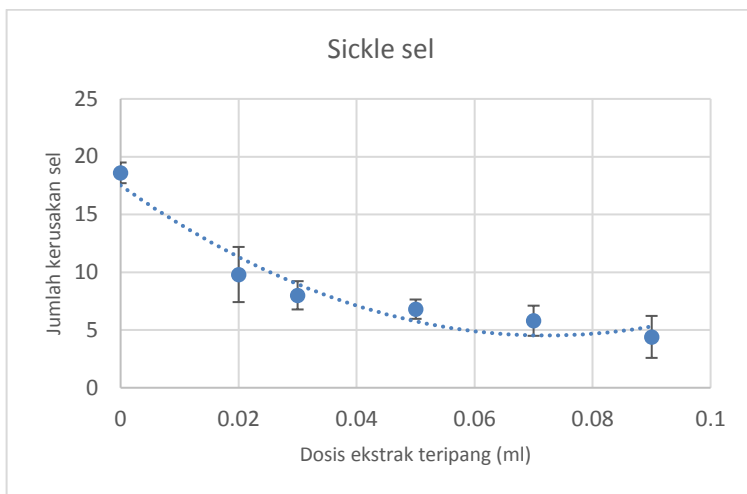
Gambar 4. 26 Hubungan jumlah kerusakan sel echinocyte dengan dosis ekstrak teripang



Gambar 4. 27 Hubungan jumlah kerusakan sel schistocyte dengan dosis ekstrak teripang



Gambar 4. 28 Hubungan jumlah kerusakan sel schistocyte dengan dosis ekstrak teripang



Gambar 4. 29 Hubungan jumlah kerusakan sickle sel dengan dosis ekstrak teripang

Berdasarkan grafik per kelainan sel darah dapat disimpulkan bahwa pemberian dosis pestisida dan dosis ekstrak teripang yang terus bertambah memberikan dampak penurunan jumlah kerusakan sel darah.

Tabel 4. 4 Persamaan dan regresi dari tiap grafik per penyakit

Kelainan per kelainan	Persamaan (polynomial orde dua)	Regresi
Makrosit	$y = 1553x^2 - 315,92x + 18,208$	0,9862
Mikrosit	$y = 1507,7x^2 - 352,39x + 39,749$	0,9738
Irregularly	$y = 18342x^2 - 3826,3x + 436,65$	0,9818
Elliptocyte	$y = 2934,9x^2 - 745,15x + 87,072$	0,9995
Ovalocyte	$y = 229758x^2 - 33777x + 1412,7$	0,9958

Teardrop	$y = 32367x^2 - 4459,7x + 169,44$	0,9754
Target sel	$y = 1994,6x^2 - 296,02x + 14,576$	0,9252
Stomatocyte	$y = 1182,6x^2 - 208,44x + 11,188$	0,9687
Keratocyte	$y = 867,5x^2 - 165,28x + 21,9$	0,8399
Echinocyte	$y = 1577,1x^2 - 260,4x + 15,668$	0,9364
Schistocyte	$y = 838,97x^2 - 177,5x + 19,709$	0,9706
Sickle sel	$y = 2490,8x^2 - 359,89x + 17,521$	0,939

4.2. Pembahasan

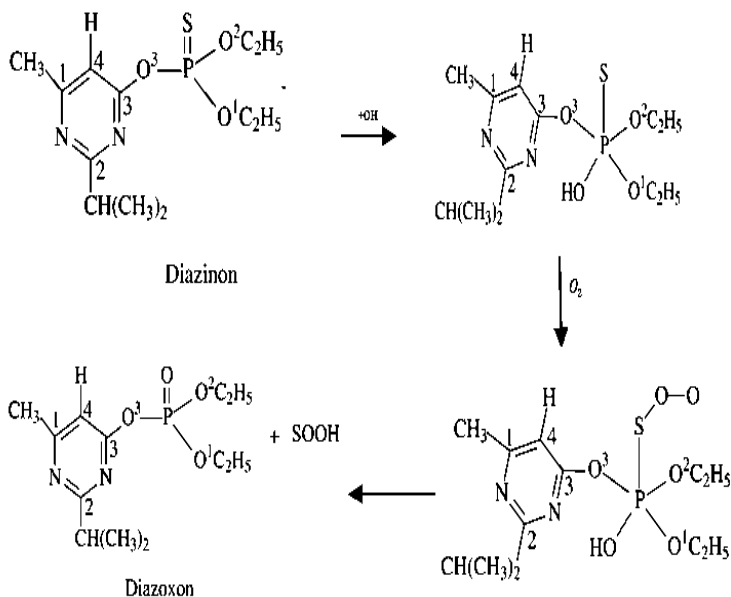
Dari hasil perhitungan rata-rata jumlah kerusakan sel tersebut, kelainan dari sel darah dapat digolongkan antara lain makrosit, mikrosit, irregularly, ovalocyte, teardrop, target sel, stomatocyte, keratocyte, echinocyte, dan schistocyte. Kelainan ini terjadi akibat senyawa diazinon yang mengandung thiophosphoric ester yang merupakan senyawa beracun. Ketika senyawa tersebut masuk kedalam tubuh dan bereaksi dengan darah, senyawa tersebut akan menghambat kinerja enzim pseudokolinesterase dalam plasma darah dan enzim kolinesterase dalam sel darah merah yang menyebabkan terganggunya metabolisme asetilkolin. Akibat terganggunya metabolisme tersebut, sinaps akan mengalami gangguan yang dapat menyebabkan hipertensi, takikardia serta menyebabkan produksi sel darah dalam tulang mengalami abnormalitas sehingga bentuk sel darah menjadi tidak sempurna (Luthfanto, 2014).

4.2.1. Struktur kimia diazinon

Dalam penelitian ini digunakan diazinon dengan type merk dagang tertentu dimana diazinon memiliki senyawa kimia $C_{12}H_{21}N_2O_3PS$. Ketika senyawa diazinon masuk ke dalam tubuh maka senyawa diazinon terdegradasi menjadi sejumlah tetraetilpirofosfat dan menghasilkan senyawa sulfotepp (S,S-TEPP)

dan monothioepp (O,S-TEPP), kedua senyawa tersebut mempunyai sifat toksik yang lebih tinggi dibandingkan diazinon dan merupakan inhibitor dari enzimkolinesterase terutama O,S-TEPP yaitu 14000 kali lebih toksik dari diazinon (Allender & Britt 1994). Dalam metabolisme diazinon akan menjadi bentuk diazoxon + SOOH yang lebih toksik, terjadi padajaringan hewan dan tumbuhan (Mc Ewen & Stevenson 1989).

Dalam mekanismenya diazinon akan masuk ke dalam tubuh. Diazinon mendapatkan penambahan OH pada gugus P=S yang merupakan hasil dari oksidasi enzimatik didalam tubuh. Dari reaksi tersebut reaksi entalpi yang dihasilkan sebesar $\Delta H = -23.21$. setelah mengalami oksidasi enzimatik, hasil reaktan akan bereaksi dengan oksigen (O_2) didalam darah dengan $\Delta H = 1.13$. hasil reaktan dari reaksi tersebut adalah diazoxon + SOOH (Zhou, Sun, Gao, & Hu, 2011). Mekanisme degradasi diazinon dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 30 Mekanisme degradasi diazinon

Diazoxon adalah senyawa yang lebih beracun dibandingkan dengan diazinon. Pada hewan bertulang belakang, oksidasi diazoxon terjadi pada mikrosom hati dengan kondisi terdapat oksigen dan NADPH₂. Sedangkan insekta, oksidasi terjadi dalam lemak tubuh dan metabolitnya dikeluarkan. Kecepatan oksidasi diazinon menjadi diazoxon, dua kali lipat untuk setiap kenaikan suhu 10°C dari 10°–60°C, diazoxon tidak bisa diisolasi dari tanah. Ketika tubuh dalam kondisi basa, maka diazoxon berikatan dengan OH⁻ atau H₃O⁺, maka senyawa diazinon akan mengalami proses hidrolisis dan akan menghasilkan produk baru yaitu IMHP, yaitu senyawa yang toksisitasnya lebih rendah dibanding diazinon dan diazoxon.

Sedangkan SOOH merupakan senyawa yang berpotensi bersifat radikal. Radikal bebas adalah atom atau gugus yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan. Tabel 4.5 merupakan tabel konfigurasi electron dari SOOH.

Tabel 4. 5 Konfigurasi elektron atom S, O dan H

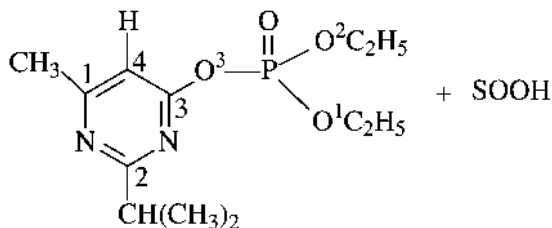
S (Z = 16)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	Memiliki $2e^-$ tidak berpasangan
O (Z = 8)	$1s^2 2s^2 2p^4$	Memiliki $2e^-$ tidak berpasangan
H (Z = 1)	$1s^1$	Memiliki $1e^-$ tidak berpasangan

Berdasarkan tabel diatas terdapat satu elektron yang tidak berpasangan pada atom O sehingga atom O berpotensi sebagai radikal bebas. Radikal bebas atom O bersifat reaktif, yaitu berusaha untuk mencari pasangan elektronnya dengan berikatan dengan sel-sel di dalam tubuh yang telah stabil sehingga sel-sel tubuh menjadi rusak dan dapat terbentuk unsur lain yang dapat menjadi sel kanker.

4.2.2. Interaksi diazinon dengan antioksidan ekstrak teripang

Dalam penelitian ini diperoleh hasil bahwa senyawa diazinon dan SOOH berpotensi menjadi radikal bebas karena diazinon memiliki toksisitas yang sangat tinggi sedangkan senyawa SOOH memiliki satu elektron yang tidak berpasangan pada gugus O. Ketika diazinon dan SOOH masuk ke dalam tubuh maka senyawa tersebut akan mengalami metabolisme dan bersifat reaktif dan menjadi radikal apabila bereaksi dengan enzim asetilkolinesterase dalam darah. Hal ini akan menyebabkan kerusakan sel darah/organ tubuh.

Menurut (Zhou et al., 2011), Diazinon yang mengalami oksidasi di dalam darah membentuk senyawa baru yaitu diazoxon + SOOH. Senyawa ini sangat reaktif karena pada gugus O memiliki satu elektron yang tidak berpasangan.



Diazoxon

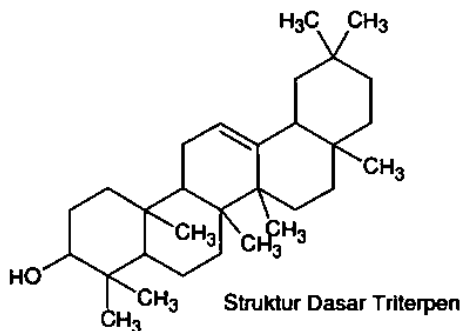
Gambar 4. 31 Hasil oksidasi diazinon didalam darah

Radikal bebas berpotensi menjadi senyawa yang memiliki reaktivitas yang tinggi dengan cara menarik elektron yang ada di sekitarnya. Senyawa radikal bebas juga mampu mengubah senyawa atau molekul di sekitarnya menjadi suatu radikal. Semakin meningkat reaktivitas suatu senyawa maka kerusakan sel semakin parah. Hal ini akan berdampak pada struktur dan fungsi organ dalam tubuh. Reaktivitas senyawa radikal bebas berupa mencari elektron lain untuk dijadikan pasangan. Apabila senyawa radikal bertemu dengan senyawa lain maka akan membentuk ikatan kovalen. Ikatan kovalen merupakan ikatan yang terbentuk akibat penggunaan dua elektron bersamaan. Elektron yang digunakan bersama akan ditarik oleh inti dari kedua atom yang berikatan (Chang et al., 2007). Untuk itu diperlukan senyawa antioksidan agar tidak membentuk senyawa radikal baru. Energi ikat adalah energi yang digunakan untuk memutuskan suatu ikatan yang terjadi pada suatu atom (Suryana & Setiabudi, 2007).

Tabel 4. 6 Energi ikat rata-rata (Kj/mol)

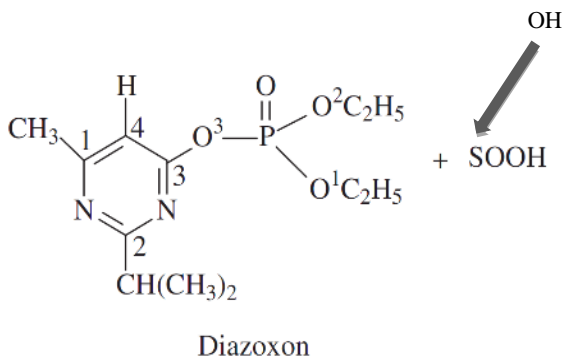
Jenis Ikatan	Atom-atom yang berikatan				
		H	C	O	S
Tunggal	H	432			
	C	413	346		
	O	459	358	142	
	S	363	272	-	226

Ekstrak teripang dalam penelitian ini bertindak sebagai antioksidan karena mengandung saponin. Saponin yang terkandung dalam ekstrak teripang merupakan saponin jenis triterpenoid. Saponin triterpenoid merupakan antioksidan alami yang terdapat di dalam teripang yang berfungsi sebagai anti-kanker sehingga saponin triterpenoid mampu menghambat radikal bebas yang terjadi di dalam tubuh. Saponin triterpenoid memiliki ikatan kimia sebagai berikut:



Gambar 4. 32 Struktur kimia triterpenoid

Antioksidan dari ekstrak teripang memiliki OH yang paling memungkinkan dapat digunakan untuk menyumbangkan elektron (donor elektron) pada senyawa SOOH karena energi ikat pada atom OH lebih kecil dibandingkan CH₃. Hasil ikatan antara SOOH dan OH dari senyawa triterpenoid menyebabkan senyawa SOOH menjadi tidak reaktif lagi karena seluruh elektron telah memiliki pasangan elektron dari atom lain.



Gambar 4. 33 Ikatan SOOH dengan OH dari senyawa triterpenoid

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa diazinon mampu merusak sel darah karena memiliki satu elektron yang tidak berpasangan ketika mengalami degradasi dalam tubuh. Teripang mampu menjadi penghambat proses degradasi diazinon dalam tubuh. Atom H dari ekstrak teripang akan berikatan secara kovalen dengan senyawa SOOH hasil degradasi diazinon sehingga SOOH menjadi tidak reaktif lagi di dalam tubuh. Pada penelitian ini didapatkan dosis efektif pestisida diazinon sebesar 125 mg/L aquades yang mampu merusak sel darah dengan jumlah kerusakan sebanyak 2277 sel dan persentase sebesar 74,33%. Hubungan antara ekstrak teripang dengan diazinon adalah semakin besar dosis diazinon yang diberikan pada mencit maka jumlah kerusakan sel darah mencit semakin menurun. Pemberian ekstrak teripang mampu menurunkan kerusakan sel sebesar 47.93% dari jumlah kerusakan sel sebesar 2277 sel menjadi 584 sel atau dari persentase sebesar 74,33% menjadi 26,40%

5.2. Saran

Dalam penelitan selanjutnya dapat menggunakan lebih besar variasi dosis pestisida diazinon sehingga dapat diketahui lethal dose pestisida diazinon.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriansyah, Kamaludin, Theodorus, & Sulastri. 2014. *Efek Hepatoprotektif Teripang Emas (Stichopus variegatus) pada Tikus Jantan Dewasa Galur Wistar yang Diinduksi Parasetamol Dosis Toksik*, (2), 136–143.
- Akbar, A. 2015. *Berkebun di Rumah Sendiri Panduan Praktis*. Semarang: TechTeller Free Press.
- Andri, weki yuli. 2007. *Produksi Mencit Putih (Mus musculus) dengan Substitusi Bawang Putih (Allium sativum) dalam Ransum*.
- Ardiyanto, A. 2013. *Asetilkolinesterase Darah dengan Fungsi Paru. Studi pada Petani yang Terpapar Kronik Pestisida Organofosfat*.
- Aristyantyo, A. 1992. *Hubungan Aktivitas Asetilkolinesterase Darah dengan Kejadian Hipotensi Ortostatik pada Petani*, (258), 7–24.
- Bain, barbara j. 2017. *A Beginner's Guide to Blood Cells Third Edition*. Wiley Blackwell.
- Caroline, C. 2000. *Diazinon: Toxicology*, 20(2), 15–21.
- Chang, H., Ho, Y., Sheu, M., Lin, Y., Tseng, M., Wu, S., ... Chang, Y. 2007. *Antioxidant and free radical scavenging activities of Phellinus merrillii extracts*, 407–417.
- Ghufran H, M. 2010. *A to Z Budi daya biota akuatik untuk pangan, kosmetik, dan obat-obatan*. yogyakarta: lily publisher.
- Hawa, I., Zulaikah, M., Jamaludin, M., Aa, Z. A., Ma, K., & Bh, R. 1999. *The potential of the coelomic fluid in sea cucumber as an antioxidant*, (Perchenik 1969), 55–59.
- Hudayya, A. 2012. *pengelompokan pestisida berdasarkan cara kerjanya (mode of action)*. Bandung: yayasan bina tani sejahtera.
- Kariya, Y., S, W., Hashimoto, & K, Y. 1990. *Occurence of Chondroitin Sulfate E in Glycosaminoglycan Islated from the*

Body Wall of Sea Cucumber Stichopus Japonicus, 265(9), 5081–5085.

Karnila, R. 2011. *Pemanfaatan Komponen Bioaktif Teripang dalam Bidang Kesehatan*, 100–114.

Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian Direktorat Pupuk dan Pestisida. 2016. *Pupuk Terdaftar*.

Kementrian Kesehatan RI. 2012. *pedoman penggunaan insektisida (pestisida) dalam pengendali vektor*. Jakarta: kementerian kesehatan RI.

Kharisma, H. 2012. *Pengaruh ekstrak air teripang pasir (Holothura scabra) terhadap kolesterol total pada tikus hiperlipidema*. Diambil dari http://eprints.ums.ac.id/20661/12/NASKAH_PUBLIKASI.pdf

Kusumawati. 2004. *Bersahabat dengan Hewan Coba*, 10–23.

Kuzaimi, F. 2006. *Performa sifat-sifat reproduksi mencit (Mus musculus) betina yang mendapat pakan tambahan kemangi (Ocimum basilicum) segar*. Bogor: Institut pertanian bogor.

Luthfanto, H. 2014. *Hubungan Antara Aktivitas Asetilkolinesterase dan Arus Puncak Ekspirasi Petani Kentang dengan Paparan Kronik Pestisida Organofosfat*. Universitas Diponegoro.

Mallo, P. Y., Sompie, S. R. U. A., Narasiang, benefit S., & Bahrin. 1995. *Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Hemoglobin dan Oksigen Dalam Darah dengan Sensor Oximeter Secara Non-Invasive*, (1).

Martoyo, J., Aji, N., & Winanto, T. 2006. *Budi daya teripang (Ed. Revisi)*. Bogor: penebar swadaya.

Mojica, E.-R. E., & Merca, F. E. 2005. *Biological Properties of Lectin from Sea Cucumber (Holothuria scabra Jaeger)*. *Biological Science*, 5(4), 472–477.

Narayaman, A. S. 2014. *Perilaku Pemijahan teripang Pasir (Holothuria Scabra) berdasarkan Faktor Lingkungan (Suhu) di Desa Ohoi Letman kecamatan Kei Kecil Kabupaten Maluku*, 1(1), 77–82.

- Padauleng, N., & Nurhidayati. 2016. *Holothuria scabra Memperbaiki Fibrosis Hepar pada Tikus yang Diinduksi Karbon Tetraklorida Holothuria scabra Improves Carbon Tetrachloride-Induced Liver Fibrosis in Rats*, 29(2), 139–142.
- Pearce, E. C. 2006. *Anatomi dan Fisiologi untuk Para Medis*. Jaka: PT. Gramedia Pustaka Utama Cetakan Kedua Puluh Sembilan.
- Permenkes. 1992. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 258/MENKES/PER/III/1992*.
- Putu, N., Yanti, M., Subagio, J. N., & Wiryatno, J. 2014. *Spesies and Density of Sea Cucumber (Holothuroidea) at Southern Beachin Bali*, (1).
- Rodrigues, E., Gonzales, M., Caride, B., Lamas, M. ., & Taboada, M. . 2000. *Nutritional Value of Holothuria Protein anf Effects on Serum Lipid Protein in Rats. J. Physiot Biochem*, (58 (1)), 39–44.
- S.H, Z., Ling-Li, Y-H, Y., Z-RZou, & Peng-Sun. 1986. *Philinopnegin A, B and C, Three New Triterpenoid Aglycones from Sea Cucumber Pentacta Guadrangulus*. Marine Drugs. Diambil dari <http://www.ncbi.nlm.nih.gov.ololo.sci-hub.cc/pmc/articles/PMC3783257/>
- S, W., Yunizal, E, S., MD, E., & Tazwir. 1997. *Teknologi Penanganan dan Pengolahan Teripang (Holothuroidea)*. Jakarta: IPPL Slipi.
- Saktiyono. 2006. *IPA biologi SMP dan MTs Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Scheibmeir, H. D., Christensen, K., Whitaker, S. H., Jegaethesan, J., Clancy, R., & Pierce, J. D. 2005. *A review of free radicals and antioxidants for critical care nurses*, 24–29. <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2004.07.007>
- Shiva, V. 1998. *Bebas dari Pembangunan: Perempuan, Ekologi dan Perjuangan Hidup di India*. Jakarta: yayasan obor indonesia. <https://doi.org/10.4135/9781412995962.n762>
- Smith J.B dan Mangkoewidjojo. 1988. *Pemeliharaan Pembiakan Hewan di Daerah Tropis*. Jakarta: UI Press.

- Stonik, V. . 1986. *Some Terpenoid and Steroid Derivates from Achinoderms and Sponges. Pure and Appl. Chem*, 58(3), 423–439. <https://doi.org/10.1007/s00049-014-0152-7>
- Suckow, M. A., Weisbroth, S. H., & Franklin, C. L. 2006. *The Laboratory Rat: 2nd Edition*. New York: Elsevier Inc.
- Sudarmo, S. 1991. *Pestisida*. yogyakarta: penerbit kanisius.
- Sumardjo, D. 2009. *pengantar kimia: buku panduan kuliah mahasiswa kedokteran dan program strata 1 fakultas bioeksakta*. Jakarta: buku kedokteran EGC.
- Suryana, Y., & Setiabudi, A. 2007. *Mudah dan Aktif Belajar Kimia*. Bandung: PT. Setia Purna Inves.
- Suryaningrum, theresia dwi. 2008. *Teripang: Potensinya sebagai Bahan Nutraceutical dan Teknologi Pengolahannya* (Vol. 3).
- Taufik, A. 2009. *keracunan diazinon*, (November 2008), 2008–2010. Diambil dari [http. scribd.com/keracunan diazinon](http://scribd.com/keracunan-diazinon) diakses september 2016
- Tovar, A. M. ., & Mourao, P. A. . (n.d.). *High Affinity of a Fucosylated Chondroitin Sulfate for Plasma Low Density Lipoprotein Atherosclerosis*, 126(2), 185–195. <https://doi.org/10.3390/md12010232>
- Trubus. 2006. *Reportase Malaysia, Obat Mujarab dari Laut. Trubus Edisi Minggu 02 Juli dalam Cara Sehat dengan Teripang/Sea cucumber*.
- Tsushima, M., & Matsuno, T. 1990. *COMPARATIVE BIOCHEMICAL STUDIES OF CAROTENOIDS IN SEA-URCHINS-I*, 96(4), 801–810.
- Winarsih, H. 2007. *Antioksidan alami dan radikal bebas: potensi dan aplikasinya dalam kesehatan*. yogyakarta: KANISIUS (Anggota IKAPI).
- Yin, Z. S. 2000. *Basic and Clinical Studi on the Antritrombotic Mechanism of Glycosaminoglycan Extracted from Sea Cucumber. Chines Medical Journal*, 113(8), 706–711.
- Zhou, Q., Sun, X., Gao, R., & Hu, J. 2011. *Mechanism and kinetic properties for OH-initiated atmospheric degradation of the*

*organophosphorus pesticide diazinon. Atmospheric
Environment, 45(18), 3141–3148.*
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.02.064>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Alat dan bahan Penelitian



Giemsa



Alkohol



Metanol



Air mineral



Jarum suntik

Sonde lambung



Alat bedah



Slide Glass



Gloves



Tempat minum mencit



Tempat makan mencit



kandang mencit



Mikroskop



Image raster

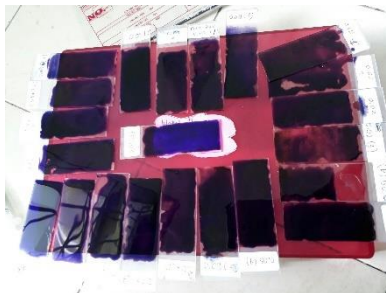
Lampiran 2 Pembuatan sampel



Pembedahan mencit



Pemberian giemsa dan methanol



Preparat

Lampiran 3 Surat Keterangan Laik Etik



KOMISI ETIK PENELITIAN UNIVERSITAS BRAWIJAYA

KETERANGAN KELAIKAN ETIK "ETHICAL CLEARENCE"

No: 778-KEP-UB

KOMISI ETIK PENELITIAN (*ANIMAL CARE AND USE COMMITTEE*)
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
TELAH MEMPELAJARI SECARA SEKSAMA RANCANGAN PENELITIAN YANG
DIUSULKAN, MAKA DENGAN INI MENYATAKAN BAHWA:

PENELITIAN BERJUDUL : PENGARUH EKSTRAK TERIPANG (*Holothuroidea*)
TERHADAP GAMBARAN MIKROSKOPIS SEL DARAH
DARI MENCIT (*Mus musculus*) YANG
TERKONTAMINASI PESTISIDA DIAZINON

PENELITI : SILVIA MEILINA
UNIT/LEMBAGA/TEMPAT : UNIVERSITAS BRAWIJAYA

DINYATAKAN : LAIK ETIK

Malang, 9 Mei 2017
Ketua Komisi Etik Penelitian
Universitas Brawijaya



Prof. Dr. drh. Aulanni'am, DES.
NIP. 19600903 198802 2 001

Lampiran 4 Surat Keterangan Plagiasi



Lampiran 5 Perhitungan kontrol

No	Normal	Ma	Mi	Irr	Eli	Oval	TC	TS	Stoma	Kra	Sch	Echi	SC	Σ
M1	1171	10	22	351	20	368	70	5	3	8	11	4	8	880
M2	1256	9	21	300	21	425	99	8	2	10	6	4	9	914
M3	1128	11	18	264	24	436	59	4	5	9	9	2	8	849
M4	1224	11	22	232	29	391	64	5	4	15	8	4	4	789
M5	1248	9	21	325	21	398	77	4	4	16	3	3	6	887
%		0.83	1.70	19.58	1.88	25.09	5.74	6.54	0.30	2.80	0.71	0.28	0.58	41.77

Lampiran 6 Perhitungan diazinon dosis 50 mg/L

No	Normal	Ma	Mi	Irr	Eli	Oval	TC	TS	Stoma	Kra	Sch	Echi	SC	Σ
M1	1461	13	26	323	43	786	144	9	6	23	19	11	15	1418
M2	1064	19	27	345	59	764	124	8	4	20	13	8	11	1402
M3	1113	19	24	342	50	956	95	8	7	19	10	10	18	1558
M4	1250	11	29	321	54	876	105	9	6	14	13	9	13	1460
M5	1277	15	31	385	43	845	132	11	8	10	12	9	7	1508
%		1.27	2.19	21.94	3.96	40.80	8.88	7.06	0.50	1.39	1.07	0.76	1.04	54.49

Lampiran 7 Perhitungan diazinon dosis 75 mg/L

No	Normal	Ma	Mi	Irr	Eli	Oval	TC	TS	Stoma	Kra	Sch	Echi	SC	Σ
M1	1236	20	37	421	50	998	173	11	10	20	16	10	12	1778
M2	1357	15	33	406	59	935	120	15	6	23	18	15	19	1664
M3	1231	14	31	347	63	965	101	12	8	16	17	13	17	1604
M4	1311	19	40	363	54	915	168	16	7	17	16	8	8	1631
M5	1311	11	35	406	74	1456	159	12	8	21	11	9	20	2222
%		1.21	2.66	23.15	4.44	44.63	10.03	0.75	0.61	1.48	1.20	0.85	1.16	57.80

Lampiran 8 Perhitungan diazinon dosis 100 mg/L

No	Normal	Ma	Mi	Irr	Eli	Oval	TC	TS	Stoma	Kra	Sch	Echi	SC	Σ
M1	643	14	32	421	79	1373	160	13	9	21	19	13	19	2173
M2	1010	14	35	417	54	1427	106	12	7	16	18	16	15	2137
M3	1065	16	36	403	72	1113	149	18	6	19	17	12	13	1874
M4	1050	22	35	389	70	1029	176	15	9	23	19	17	20	1824
M5	1133	15	42	407	77	1375	197	14	12	21	18	16	17	2211
%		1.67	3.63	29.94	6.99	56.41	14.17	0.71	5.20	2.09	1.91	1.53	1.78	67.68

Lampiran 9 Perhitungan diazinon dosis 125 mg/L

No	Normal	Ma	Mi	Irr	Eli	Oval	TC	TS	Stoma	Kra	Sch	Echi	SC	Σ
M1	942	18	43	421	89	1183	143	16	10	18	17	16	19	1993
M2	921	18	42	450	83	1634	153	18	12	30	19	19	17	2495
M3	727	17	35	427	80	1361	186	15	11	23	21	13	19	2208
M4	535	19	38	402	92	1487	167	19	11	12	18	16	19	2300
M5	823	22	36	447	91	1483	204	10	10	25	21	19	19	2387
%		2.42	4.83	35.76	10.29	64.53	18.29	8.59	1.41	2.65	2.47	2.12	2.40	74.33

Lampiran 10 Perhitungan diazinon dosis 150 mg/L

No	Normal	Ma	Mi	Irr	Eli	Oval	TC	TS	Stoma	Kra	Sch	Echi	SC	Σ
M1	971	18	42	420	90	1549	205	17	10	24	20	17	20	2432
M2	668	15	40	402	89	1543	180	19	13	20	19	19	27	2386
M3	596	19	39	432	90	1542	196	21	11	21	20	15	23	2429
M4	657	24	42	478	85	1439	187	16	10	22	22	17	19	2361
M5	710	21	43	467	90	1578	190	15	11	23	21	16	14	2489
%		2.70	5.53	38.31	11.21	68.20	21.33	8.42	1.55	3.02	2.83	2.33	2.87	77.18

Lampiran 11 Perhitungan dosis diazinon efektif dan ekstrak teripang dosis 0.02 ml

No	Normal	Ma	Mi	Irr	Eli	Oval	TC	TS	Stoma	Kra	Sch	Echi	SC	Σ
M1	1670	9	34	395	76	543	96	9	9	22	20	10	12	1235
M2	1554	11	32	371	70	887	64	6	7	21	19	12	11	1511
M3	1486	10	34	356	72	786	70	8	9	20	16	11	6	1398
M4	1424	13	37	339	80	889	91	9	8	22	17	9	11	1525
M5	1450	15	40	414	71	898	82	7	9	19	15	6	9	1585
%		0.77	2.29	19.83	4.65	4.65	5.05	8.85	0.55	0.55	1.36	0.63	0.64	48.84

Lampiran 12 Perhitungan dosis efektif diazinon dan ekstrak teripang dosis 0.03 ml

No	Normal	Ma	Mi	Irr	Eli	Oval	TC	TS	Stoma	Kra	Sch	Echi	SC	Σ
M1	1622	11	29	319	65	120	60	4	7	19	16	9	8	667
M2	1590	10	32	378	66	564	65	7	8	19	19	13	8	1189
M3	1115	8	35	376	69	653	59	7	6	14	16	6	7	1256
M4	1227	9	30	351	70	651	51	9	5	17	17	7	10	1227
M5	1691	11	26	331	64	632	62	8	4	27	9	8	7	1189
%		0.68	2.13	19.89	4.54	4.54	4.01	10.60	0.42	0.42	1.30	0.59	0.57	43.24

Lampiran 13 Perhitungan dosis efektif diazinon dan ekstrak teripang dosis 0.05 ml

No	Normal	Ma	Mi	Irr	Eli	Oval	TC	TS	Stoma	Kra	Sch	Echi	SC	Σ
M1	1445	8	28	301	65	331	44	5	3	19	11	8	8	831
M2	1405	6	23	273	59	255	61	5	3	19	15	9	7	735
M3	1356	6	25	305	58	254	21	5	2	19	13	11	6	725
M4	1173	7	23	244	54	276	29	6	3	11	13	6	6	678
M5	1331	6	24	264	51	298	21	6	3	14	9	5	7	708
%		0.49	1.80	17.13	4.11	4.11	2.52	15.28	0.21	0.21	1.20	0.57	0.50	35.41

Lampiran 14 Perhitungan dosis efektif diazinon dan ekstrak teripang dosis 0.07 ml

No	Normal	Ma	Mi	Irr	Eli	Oval	TC	TS	Stoma	Kra	Sch	Echi	SC	Σ
M1	1352	7	22	289	55	211	29	6	3	12	12	5	5	656
M2	1217	6	24	266	48	244	40	6	3	15	12	8	7	679
M3	1233	3	24	273	49	230	13	3	3	16	11	6	6	637
M4	1212	4	22	212	48	223	12	6	3	17	9	3	7	566
M5	1268	3	20	233	46	221	27	4	2	13	12	7	4	592
%		0.36	1.76	16.82	3.77	3.77	1.88	19.03	0.22	0.22	1.16	0.46	0.46	33.24

Lampiran 15 Perhitungan dosis efektif diazinon dan ekstrak teripang dosis 0.09 ml

No	Normal	Ma	Mi	Irr	Eli	Oval	TC	TS	Stoma	Kra	Sch	Echi	SC	Σ
M1	1763	0	21	289	50	198	29	4	1	11	9	6	5	623
M2	1421	1	19	267	45	190	20	4	2	14	11	5	2	580
M3	1764	2	21	221	43	208	24	4	1	11	10	3	6	554
M4	1749	3	20	231	41	231	18	4	3	18	12	2	6	589
M5	1495	3	22	221	40	221	29	0	3	16	12	6	3	576
%		0.11	1.25	13.12	2.62	2.62	1.45	12.25	0.13	0.13	0.86	0.27	0.26	26.40

